

Vol. XXVIII Nr 3

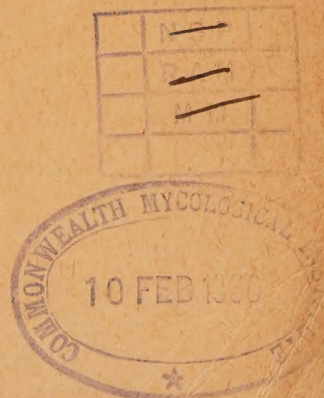
1959

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1959



TREŚĆ — SOMMAIRE

VOL. XXVIII Nr 3

Ivo Horvat: Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck der erdvegetationsgeschichtlichen Vorgänge	381
Z. Turnowska-Starck: Badania nad absorpcją sacharozy przez epidermę <i>Allium cepa</i> — Researches on the absorption of sucrose by the epidermis of <i>Allium cepa</i>	409
O. Kostecka-Mądalska: Działanie nowych pochodnych kwasu barbiturowego na rośliny — The influence of new derivatives of barbituric acid on plants	425
J. Sarosiek: Zawartość ołowiu w <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. — The contents of Lead in <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	447
A. Hejnowicz a. Z. Hejnowicz: Variations of length of vessel members and fibres in the trunk of <i>Robinia pseudoacacia</i>	453
S. Kownas: Przedstawiciele rodziny <i>Zingiberaceae</i> w trzeciorzędzie Dobrzyńa nad Wisłą — Representatives of the <i>Zingiberaceae</i> in the Miocene beds at Dobrzyń, on the Vistula, Poland	461
M. J. Olszewska: Obserwacje przyżyciowe nad wpływem kinetyny na czas trwania niektórych stadiów mitozy — Observations vitales de l'influence de la kinétine sur la durée des certains stades de la mitose	471
M. Zenkteler: Spostrzeżenia nad budową jąderek — Observations on the nucleolus structure in some native plants	477
M. Skalińska, R. Czapik, M. Piotrowicz et al.: Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms (Dicotyledons)	487
A. Szweykowska, M. Gierczak a. R. Łuszczak: Anthocyanin synthesis in isolated embryos of red cabbage and radish	531
A. Szweykowska: The effect of nitrogen feeding on anthocyanin synthesis in isolated red cabbage embryos	539
M. Micek: Nowe stanowisko <i>Eucommia europaea</i> Mädlar w miocenie Polski — New locality of <i>Eucommia europaea</i> Mädlar in Miocene of Poland	551
B. Czeczuga: Pierwotna produkcja jezior Rajgrodzkich cz. I Jezioro Rajgrodzkie, J. Białe i J. Krzywe — The primary production of the Rajgród Lakes Part I. Lake Rajgrodzkie, Lake Białe and Lake Krzywe	555

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXVIII Nr 3



WARSZAWA 1959

RADA REDAKCYJNA — CONSEIL DE RÉDACTION

B. HRYNIEWIECKI (WARSZAWA), ST. KULCZYŃSKI (WROCŁAW),
B. NIKLEWSKI (POZNAŃ), FR. X. SKUPIŃSKI (ŁÓDŹ),
W. SZAFER (KRAKÓW), P. WIŚNIEWSKI (LUBLIN),
J. ZABŁOCKI (TORUŃ).

KOMITET REDAKCYJNY — COMITÉ DE RÉDACTION

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

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — DZIAŁ CZASOPISM
WARSZAWA, MIODOWA 10

<i>Nakład</i> 860+140	<i>Oddano do składu</i> 6.VII.59
<i>Ark. wyd.</i> 15,75, <i>druk.</i> 12,5, 3 <i>wkl.</i>	<i>Podpisano do druku</i> 28.XI.59
<i>Papier</i> 'ilustr. III, <i>kl.</i> 80 g 70 × 100/16	<i>Druk ukończono w grudniu</i> 1959
<i>Cena zł</i> 35.—	<i>Zam.</i> 287. W-25

WARSZAWSKA Drukarnia Naukowa, W-WA, ŚNIADECKICH 8

Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck der erd — und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge*

IVO HORVAT

EINLEIUNG

Der schlechthin als Balkanhalbinsel bezeichnete Raum Südosteuropas weist keinen Halbinselcharakter auf, er stellt dagegen ein mächtiges gegen Südosten gerücktes Festland, das mit dem europäischen Rumpfe verbunden ist. Im Gegensatz zu der Iberischen und Apenninischen Halbinsel, die durch die Pyrenäen, beziehungsweise durch die Alpen vom europäischen Festland abgetrennt sind, verbinden die südosteuropäischen Gebirge den vorgerückten Raum fest mit seinem Hintergrunde. Die prächtigen Dinarischen Ketten im Westen und die grossartigen Rhodopen im Osten schliessen sich am engsten den Alpen und dem Karpatenbogen an und ermöglichten sowohl in der Vergangenheit als in der Gegenwart einen regen Austausch der Floren und Faunen. Aber auch die nördlichen Becken, die pannonische sowie die wallachisch-moldavische Tiefebene, bilden eine natürliche Fortsetzung des mittel- und osteuropäischen Raumes. Die grossen in die Save und in die Donau mündenden Flüsse öffnen natürliche Wege tief in das Innere der Gebirgssysteme, so dass immer Verbindung und Verknüpfung gegen Abtrennung überwiegt und den festländischen Charakter Südosteuropas bedingt hat. Halbinselcharakter weist eigentlich nur die helladische oder griechische Halbinsel auf, alles andere von der Saloniki-Bucht und Korfu nördlich bildet nur den vorgerückten Teil des Festlandes. Das kommt auch im Vegetationsbilde zum vollen Ausdruck.

Südosteuropa schliesst sich aber in seinem südöstlichen Teile eng an Kleinasien an. Man nimmt gewöhnlich die Grenze Europas und Asiens am Bosphorus an, sie verläuft aber — wie schon Grisebach (1884) vermutete, westlicher, ungefähr im breiten Maritza-Tale. Ostthrakien ist geomorphologisch, klimatisch, vegetationskundlich sowie auch politisch schon Asien, eine natürliche Fortsetzung Anatoliens gegen Westen, eine Miniatur von Kleinasien in vieler Hinsicht. Denn die

* Nach einem im Juli 1958 an der Jagiellonischen Universität in Kraków gehaltenen Vortrag.

Abtrennung von Kleinasien ist erdgeschichtlich nicht alt, sie reicht nur bis Pleistozän, als der Zusammenbruch des ägäischen Festlands stattfand und das heutige Ägäische Meer entstand.

Südosteuropa stand aber zu dieser Zeit auch mit der Apenninenhalbinsel in Verbindung, worauf die engen Beziehungen der Floren und Faunen schliessen lassen: *Pinus heldreichii*, *Quercus macedonica*, *Quercus conferta*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Carex laevis*, *Sesleria tenuifolia*, *Linum capitatum*, *Drypis linnaeana* u. v. a. kommen östlich und westlich von der blauen Adria vor.

Die pflanzengeographische Lage Südosteuropas ist so eigenartig, dass man an der ganzen Erdoberfläche wenige Räume mit ähnlichen Eigenschaften finden kann. Es befindet sich nämlich nach J. Braun-Blanquet (1951) im Kreuzungsbereiche von drei grossen Vegetationsregionen der Holarktis und zwar der eurosibirisch-nordamerikanischen, mediterranen und irano-turanischen Region und trägt an seinen Gipfeln noch die vierte alpin-hochnordische Region. Nach der periphärischen Lage könnte man leicht an eine Verarmung dieser Regionen in Südosteuropa denken. Das ist aber bei weitem nicht der Fall, denn die eurosibirisch-nordamerikanischen, die mediterranen sowie die alpin-hochnordischen Regionen sind eben hier in voller Pracht und Mannigfaltigkeit ausgebildet, sie erreichen eben in Südosteuropa die reichlichste Entwicklung. Man könnte vielleicht nur für die irano-turanische Region sagen, dass sie in unserem Raume eine Verarmung erlitten hat, obzwar sich ihre Einflüsse noch tief im Inneren des Landes spüren lassen.

Alle anderen Regionen weisen eine grosse Mannigfaltigkeit auf und ermöglichen sogar eine weitere Gliederung Südosteuropas in mehrere, gut umgrenzte, historisch und ökologisch bedingte Provinzen auf. So gliedert sich z.B. die erosi-birisch-nordamerikanische Region in die westliche, illyrische Provinz im engeren Sinne und die östliche, mösische Provinz. Auch die Mediterranregion weist eine Gliederung in adriatische und ägäische Provinz, die beiden noch in eine submediterrane und eine eumediterrane Unterprovinz einzuteilen sind.

Südosteuropa hat eine ausserordentlich reiche Flora und Vegetation. Hayek (1927—1933) führt in seinem „Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae“ 1065 Gattungen mit 6800 Arten und zahlreichen Unterarten und Varietäten der Gefässpflanzen an. Seitdem hat sich diese Artenliste noch ziemlich vergrössert, so dass wir mit einer Zahl von über 7000 Arten rechnen können was mehr als 2/3 der gesamten europäischen Flora übertrifft. Die Eigenart der südosteuropäischen Flora liegt aber nicht nur in der grossen Zahl der Arten, sondern in ihrem relikten Charakter. Es sind viele uralte Typen vertreten, die an eine weite Vergangenheit schliessen lassen oder auf weitentfernte Erdteile hinweisen, z.B. die bekannten balkanischen Gesneriaceen-Gattungen *Ramondia*, *Haberlea* und *Jankaea*, die Cruciferen-Gattung *Degenia*, die Rosacee *Sibiraea*, die Oleaceen *Forsythia* und *Syringa*, zahlreiche Glockenblumengewächse der Gattung *Edraeanthus* u. s. w. Diesen gesellen sich noch viele in Südosteuropa mehr oder weniger verbreitete Bäume und Sträucher, sowie eine grosse Anzahl von Halbsträuchern und Kräutern. Neben

diesem alten, konservativen Endemismus kommt auch der progressive, noch heute tätige Endemismus der Gattungen *Festuca*, *Sesleria*, *Dianthus*, *Thymus* u. v. a. stark zum Ausdruck.

Südosteuropa weist aber eine ebenso reichliche Vegetation auf, in welcher das relikte, endemische Element nicht selten vollkommen zur Vorherrschaft gelangt. In Südosteuropa wurde bisher eine beträchtliche Anzahl neuer dem Mitteleuropa fremder Assoziationen beschrieben, sodass die Zahl der den beiden Erdteilen gemeinsamen Assoziationen wirklich klein ist. Neben einer grossen Anzahl der endemischen Assoziationen, dieser Grundeinheiten der Vegetationskunde, tritt in unserem Vegetationsbilde auch eine grosse Zahl der höheren Einheiten auf, die wir als Verbände, zum Teil sogar als Ordnungen beschrieben haben (Horvat 1930, 1938, 1954, 1958, Horvatić 1934, 1957, 1958). Viele von diesen Vegetationseinheiten haben in unserem Raume sogar ihr Entwicklungs-, Erhaltungs-, oder auch Verbreitungszentrum, womit die südosteuropäische Vegetation grosse Bedeutung für die Vegetation des ganzen europäischen Kontinentes gewinnt.

Mit Recht stellen wir uns die Frage auf, woher diese auffallende Mannigfaltigkeit und dieser grosse Reichtum der südosteuropäischen Flora und Vegetation stammen? Die Antwort ist klar: sie hängen von zwei Gruppen von Faktoren ab, und zwar von den heutigen, äusserst mannigfaltigen Lebensbedingungen und von den erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgängen früherer Perioden ab.

UMWELTSFAKTOREN

In einer kleineren Publikation in „Vegetation“ (Horvat 1954) habe ich die mannigfaltigsten Umweltfaktoren, die die Gliederung Südosteuropas bedingen, dargestellt. Seitdem hat sich ein grosses Tatsachenmaterial gesammelt, welches meine diesbezüglichen Ausführungen weitgehend bestätigt hat.

Als die wichtigsten Umweltfaktoren, welche die Gliederung der südosteuropäischen Vegetation bedingen, sind das Relief, das Klima und der Boden zu betrachten.

Geländefaktoren. Von Geländefaktoren spielen eine ausschlaggebende Rolle die Hochgebirgssysteme, die als wichtige klimatische und biogeographische Scheiden wirken, zugleich aber als Wohnstätte einer eigenartigen Hochgebirgsvegetation mitwirken. Es hat insbesondere die südöstliche Streichung der Dinariden eine grosse Rolle bei der Verbreitung und Erhaltung der tertiären Vegetation gespielt. Einen nicht kleineren Einfluss üben die teils ausgefüllten teils überfluteten Becken welche unseren Raum umgrenzen und seinen Klimacharakter bestimmen. Es sind das die warmen, salzreichen südlichen Meere, das Adriatische, Jonische und Ägäische auf der einen Seite und das kalte Schwarze Meer mit seinen eigenartigen Lebensbedingungen auf der anderen Seite. Die das Hochgebirge durchquerenden Flüsse mit ihren grossartigen Kanjons bilden nicht nur natürliche Aus- und Einwanderungswege für die Pflanzenwelt, sondern ermöglichen das Vordringen des See- oder

des Binnenlandsklimas tief in das Innere. Es haben insbesondere die gegen Süden mündenden Flüsse eine grosse pflanzengeographische Bedeutung beim Vordringen südlicher Vegetation in das Innere Südosteuropas gehabt.

Klima. Eine besondere Bedeutung für die Gliederung der Pflanzenwelt Südosteuropas hat auch das Klima. Schon die eigenartige Stellung unseres Raumes in der Luftzirkulation Europas hat einen grossen Einfluss auf die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse ausgeübt. Südosteuropa steht nämlich im Winter unter dem Einfluss der sibirischen Anticyklone, der eine starke Erniedrigung der Temperatur zur Folge hat, während es im Sommer, dank dem Azorenanticyklone — im Gegensatz zu Osteuropa — ein erfrischendes Klima geniesst.

Bei der geographischen Gliederung der Vegetation haben die Temperaturunterschiede sowie die Menge und die Verteilung der Niederschläge die wichtigste Rolle gespielt. Es bestehen grosse Unterschiede in verschiedenen Gebieten. Die mittlere Januartemperatur an der ägäischen Insel Santorin beträgt z. B. $9-10^{\circ}$ und nähert sich der mittleren Jahrestemperatur unseres binnenländischen Raumes, dessen Januartemperaturen aber unter 0° liegen. Gleichzeitig sinken die mittleren Temperaturen des kältesten Monats im Hochgebirge auf -8° und die Jahrestemperatur fällt auf -2.7° . Nicht geringer sind die Unterschiede in der Niederschlagsmenge, bei deren Verteilung die Hochgebirgssysteme und die Becken eine grosse Rolle spielen. Im feuchten adriatisch-jonischen Westen bewegt sich die jährliche Niederschlagsmenge von 2500 mm bis 3000 mm und erreicht am Orjen oberhalb Boka Kotorska mit 5317 mm die höchsten Werte im Europa. Die östlich gelegenen Becken bekommen aber zehnmal weniger, sogar nur 400 mm jährlichen Niederschlags, was bei hohen Temperaturen einen grossen Einfluss auf die Vegetation ausübt.

Neben den grossen Unterschieden in der Menge bestehen beträchtliche Unterschiede auch in der jährlichen Verteilung der Niederschläge. Man kann zwei ziemlich scharf getrennte Räume unterscheiden, den binnenländischen Raum hauptsächlich mit Sommerregen und den küstenländischen mit vorwiegenden Winter- oder Äquinoktialregen. Die unter dem Einfluss der grossen Sommerdürre stehenden mediterranen und submediterranen Gebiete zeichnen sich deshalb durch eine kürzere oder längere Unterbrechung der Vegetation aus, welche die Ausbildung der hartlaubigen Vegetation und die Verbreitung der Einjährigen und Halbsträucher begünstigt. Südosteuropa weist aber beträchtliche Unterschiede auch im allgemeinen Charakter des Klimas auf. Die südwestlichen und südlichen Teile geniessen ein ausgesprochen ozeanisches (maritimes) Klima, während sich die nördlichen und östlichen Teile unter dem Einfluss des kontinentalen Klimas befinden. Die durch die mittlere Temperaturschwankung ausgedrückte Kontinentalität des Klimas beträgt z. B. an südlichen Inseln nur 14.3° bis 15° , während sie im östlichen kontinentalen Raume bis 25° steigt. Die Unterschiede in der Kontinentalität des Klimas üben einen grossen Einfluss auf die Vegetation und kommen insbesondere bei der Abgrenzung der immergrünen und laubwerfenden Vegetation zum Ausdruck. Im maritimen kroatischen Westen mit einer Amplitude von 15° bis 18° reicht die immergrüne Vege-

tation mehr als 500 km nördlicher als im ägäischen Osten, welcher schon bei Saloniki eine Amplitude von 23° aufweist.

Bodenverhältnisse. Neben dem Klima und dem Gelände haben die grösste Bedeutung für die Pflanzenwelt Südosteuropas die Bodenverhältnisse, die schon in der verschiedenartigen Verbreitung der wichtigsten Gesteinarten zum Ausdruck gelangen. Was die Verteilung der Gesteine betrifft, bestehen grosse Unterschiede in einzelnen Gebieten. Im Westen und Süden überwiegen die Kalk- und Dolomit-Gesteine, welche sich bis über 2500 m emporheben und grossartige, stark verkarstete Gebirge aufbauen. Dagegen sind die Silikatgesteine in höheren Stufen des westlichen Teiles eine grosse Seltenheit; sie beansprechen jedoch ein grosses pflanzengeographisches Interesse. Sie sind insbesondere an Vranica Planina in Bosnien ausgebildet und tragen eine extrem azidophile Hochgebirgsvegetation, die eine Verbindung zwischen Alpen, und Karpaten makedonisch-bulgarischen Hochgebirgen vermittelt (Horvat u. Pawlowski 1939).

Im östlichen Teile Südosteuropas, in Bulgarien und Makedonien, nehmen dagegen an der Bildung des grossartigen Rhodopen-Systems die verschiedenartigsten Silikatgesteine teil und tragen in allen Höhenstufen eine eigenartige endemismenreiche Vegetation. Dort sind die Kalksteine viel seltener und hauptsächlich durch den harten Marmor vertreten. Demzufolge ist auch die basophile Vegetation viel spärlicher ausgebildet.

Eine besondere Bedeutung sowohl im Landschafts- als im Vegetationsbilde haben die basischen Serpentinegesteine, welche die innere Zone des Dinarischen Hochgebirges bilden und von Westkroatien über Bosnien nach Serbien und Albanien reichen. Die Serpentinvegetation weist ein eigenartiges endemisches Gepräge auf (Novak 1928).

Neben dem Muttergestein, welches insbesondere in höheren Lagen und im stark verkarsteten Küstenland nicht selten vollkommen zur Vorherrschaft gelangt, spielen im Landschaftsbilde sowie im wirtschaftlichen Gepräge des Landes die wichtigste Rolle die nach der geographischen Lage, nach der Meereshöhe und nach dem Muttergestein recht verschiedenartigen Böden. Sie weisen einen unleugbaren zonalen Charakter auf.

Im immergrünen, hartlaubigen Raume der *Quercion ilicis*-Gesellschaften herrschen nach Gračanin (1949) die Roterden vor, sie weisen aber — im Gegensatz zu Westeuropa — eine schwache Verbraunung auf, worauf schon Lüdi (1934) auf der Apenninenhalbinsel hingewiesen hat. Landeinwärts, im Gebiete der submediterranen Wälder des *Ostryo-Carpinion orientalis* sind dagegen die submediterranen Braunerden sehr verbreitet; sie hängen genetisch mit Roterden zusammen und zeigen gleich wie die Vegetation und das Klima einen Übergangscharakter. Hieher gehören wohl auch die von Antipov-Karataev u. Gerasimov (1954) beschriebenen Zimtböden Südbulgariens. Im östlichen Teile schliesst sich an die submediterranen Braunerden eine breite Zone der schwach podsolierten Braunerden (Gajnjača), an welchen die *Quercion confertae*-Gesellschaften und ihre Degra-

dationsstadien stocken während sich im westlichen Teile eine Zone der mässig podsolierten Böden mit Eichen-Hainbuchenwäldern befindet.

Eine besondere Stellung nehmen die im Donaubecken ausgebildeten Tschernosemböden ein, die heutzutage völlig von Kultur eingenommen sind, früher aber eine reichliche Steppenvegetation getragen haben. Ob sie aber als rezente, durch gegenwärtiges Klima bedingte oder nur als relikte Böden einer früheren Epoche zu betrachten sind, bleibt noch zu prüfen.

Die höheren Lagen des binnenländischen Raumes Südosteuropas, die der Buchen-Tannen-Zone angehören, sind grösstenteils von podsolierten Böden eingenommen. In diesem Raume lassen sogar die unentwickelten Böden, z.B. die braunen Mineralkarbonatböden immer eine mehr oder weniger starke Podsolierung erkennen. Die subalpinen Wälder sowie die alpinen Rasengesellschaften stocken dagegen nach Gračanin (1951) an verschiedenartigen subalpinen und alpinen Humusböden, die je nach der Unterlage und nach der Mächtigkeit der Isolierungsschicht verschiedene Versauerung aufweisen.

Neben diesen zonalen Böden spielen eine wichtige Rolle auch die extrazonalen Böden, insbesondere die Rendzina und die Mineralkarbonatböden, die eine eigenartige Vegetation tragen. Viel kleinere Flächen wurden von mineralogenen und organogenen Sumpf- sowie Salzböden eingenommen, die sich durch besondere, grösstenteils endemische Pflanzengesellschaften auszeichnen. Wenn wir noch die Sande, Gerölle und Steinflurböden erwähnen, haben wir die wichtigsten Bodentypen angegeben, die gemeinsam mit Gelände- und Klimafaktoren die bekannte Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen Südosteuropas darbieten.

Alle diese äusserst vielgestaltigen Lebensbedingungen können jedoch die Eigenart der südosteuropäischen Flora und Vegetation nicht erklären, denn über allen schwebt noch die entscheidende Macht der Vergangenheit.

HISTORISCHE FAKTOREN

Vegetationsgeschichtlich bedingte Eigenart südosteuropäischer Vegetation

Über die Wichtigkeit der historischen Faktoren für den Aufbau der südosteuropäischen Vegetation bekommt man die beste Vorstellung beim Vergleiche unserer Pflanzengesellschaften mit entsprechenden mittel- und westeuropäischen.

Im westlichen Teile Südosteuropas, in Nordkroatien und Slovenien nimmt der Eichen-Hainbuchenwald als klimazonale Erscheinung grosse Flächen ein. In der Baumschicht herrschen die Stiel- oder Traubeneiche, Hainbuche, Kirsche, gemeiner Ahorn und Ulme vor, während die Strauchschicht von Haselnus, Spindelbaum, Weissdorn, Rainweide u.a. aufgebaut ist. In der Krautschicht treten zahlreiche aus mittel- und nordeuropäischen Eichen-Hainbuchenwäldern bekannte Arten vor, z.B. *Stellaria holostea*, *Galium silvaticum*, *Circaea lutetiana*, *Brachypodium*

silvaticum, *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa*, *Paris quadrifolia*, *Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Pulmonaria officinalis*, u.a. Das Gesamtbild ist ganz mitteleuropäisch, sowie auch die Lebensbedingungen ähnlich sind.

Wenn wir aber den kroatischen Eichen-Hainbuchenwald (*Querceto-Carpinetum croaticum*) mit dem mitteleuropäischen (*Querceto-Carpinetum medioeuropaeum*) näher vergleichen, so fällt auf den ersten Blick auf, dass im ersteren neben allen mitteleuropäischen Arten noch ungefähr zwanzig Arten vorkommen, die in dem zweiten fehlen. Es sind z.B. *Epimedium alpinum*, *Erythronium dens canis*, *Lamium orvala*, *Vicia oroboides*, *Eranthis hiemalis*, *Hacquetia epipactis*, *Scilla bifolia*, *Crocus neapolitanus*, *Helleborus atrorubens*, *Knautia drymeia* u.v.a.

Einige von diesen Arten befinden sich auch im podolischen Eichen-Hainbuchenwalde (*Querceto-Carpinetum podolicum*) und verbinden diese beiden Gesellschaften. Die erwähnten Arten des kroatischen Eichen-Hainbuchenwaldes gehören aber nicht etwa zu weit verbreiteten mitteleuropäischen Sippen, sondern zu alten, grösstenteils isolierten Typen, die auf eine weite Vergangenheit unserer Flora schliessen lassen.

Ähnliche Verhältnisse finden wir auch bei dem kroatischen Buchen-Tannenwalde (*Fagetum croaticum*), welcher wohl den artenreichsten europäischen Buchenwald darstellt und eine grosse Anzahl alter, relikter Typen enthält, z.B. *Daphne laureola*, *Ruscus hypoglossum*, *Lamium orvala*, *Omphalodes verna*, *Scopolia carnio-lica*, *Aremonia agrimonioides*, *Calamintha grandiflora*, *Hacquetia epipactis*, *Cypripedium calceolus*, vier *Dentaria*-Arten u.s.w. Auf seiner reichen Artenliste befinden sich ausserdem alle Verbands- und Ordnungscharakterarten, die z.B. im karpatischen Buchenwalde (*Fagetum carpaticum*) vorkommen, aber schon in westeuropäischen Buchenwäldern (*Fagetum boreoatlanticum*) grösstenteils fehlen. Die südosteuropäischen Fagetalia-Wälder enthalten demnach viele bezeichnende Arten tertiärer Verwandtschaft, die das Mitteleuropa nicht mehr erreichen (Horvat 1938, 1950).

Im noch höheren Maasse tritt diese Erscheinung bei den termophilen Eichen- und Kiefernwäldern Südosteuropas zum Vorschein. Während diese Gesellschaften in Mitteleuropa nur äusserst spärlich auftreten und eine artenarme Zusammensetzung aufweisen, erscheinen sie in Südosteuropa in prächtiger Ausbildung. Es sind sogar drei gut ausgeprägte Verbände termophiler Wälder mit vielen Assoziationen vertreten, die eine Anzahl von Bäumen, Sträuchern und Kräutern tertiärer Herkunft enthalten, z.B. *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus orientalis*, *Acer monspessulanum*, *Quercus macedonica*, *Fraxinus ornus*, *Petteria ramentacea*, *Colutea arborescens*, *Syringa vulgaris*, *Ruxus sempervirens*, *Forzyshia europea*, *Coronilla emeroides*, *Prunus mahaleb* u. s. w. Südosteuropa ist eigentlich ein Entwicklungs- und Erhaltungszentrum dieser artenreicher Waldgesellschaften, die nach Mitteleuropa nur spärliche Vorposten senden.

Alles übertrifft aber die Felsspaltenvegetation Südosteuropas, die z.B. in den Karpaten, insbesondere aber in der Tatra sehr artenarme und spärliche Gesellschaf-

ten bildet. In Südosteuropa ist die Vegetation der Chasmophyten an Kalk- und Dolomitunterlage durch drei besondere Ordnungen vertreten: *Potentilletalia caulescentis* im binnenländischen Raume, *Asplenietalia glandulosi* im westlichen Küstengebiet und die *Chamaepeucetalia alpini* im ägäischen Raume. Alle diese drei Ordnungen sind durch viele Verbände und eine grosse Anzahl prächtiger Assoziationen vertreten, in deren Zusammensetzung tertiäre Relikte vorherrschen. Es sei auf Ramondien, Haberleen, *Jankaea*, *Primula*, *Saxifraga*, *Potentilla* und *Campanula*-Arten, auf die strauchartigen *Viola košaninii* und *V. delphinanta* sowie auf *Linum arboreum* *Dianthus arboreus* u. s. w. hingewiesen, die in einzelnen Assoziationen oder in Verbänden eine wichtige Rolle spielen. Dazu kommt noch die Felsspaltenvegetation der Serpentin- und anderer Silikatfelsen, die wieder neuen Verbänden angehören (Horvat 1930, Horvatić 1934, Rechinger 1954).

Dieser grosse Reichtum und die grosse Mannigfaltigkeit der südosteuropäischen Vegetation kann nicht durch die gegenwärtigen ökologischen Faktoren erklärt werden, sie stehen vielmehr mit den erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgängen im Zusammenhang.

Geogenetische und kosmische Einwirkungen

Südosteuropa bekam ihren Antlitz und Umriss erst in neueren geologischen Perioden, im Tertiär und Quartär. In älteren Zeiten war das heutige Festland grösstenteils vom Meere bedeckt, aus welchen nur die Rhodopen-Inseln und die Dobrudža-Platte emporreichten. Die in Tiefen des Tethys abgelagerten Kalksedimente wurden erst zur Zeit des alpinen Orogens zu mächtigen bis 3000 m ragenden Ketten emporgehoben. Der Aufhebung der Dinariden haben aber die alten Rhodopen Widerstand geleistet und ihre südöstliche Streichung bedingt, die wie gesagt, später eine ausschlaggebende Rolle bei Erhaltung der tertiären Vegetation abgespielt hat.

Der heutige Umriss Südosteuropas bildete sich im grossen und ganzen im Miozän aus, aber das pannonische Becken mit vallachischer Tiefebene haben erst später ihre endgültige Form bekommen. Sie wurden von wiederholten Trans- und Regressionen der Meere begleitet, die auf das Klima und auf die Vegetation einen grossen Einfluss ausgeübt haben. Durch Aufschüttung der Flüsse und insbesondere durch die mächtigen Lössablagerungen erhielt die Donauebene endlich ihre heutige Form. Das Adria-Becken ist ziemlich alt, aber das eigentliche Adriatische Meer, wenigstens sein nördlicher Teil, reicht nicht über das Pleistozän. Neueren Datums ist das Ägäische Meer, welches in Pleistozän, und zwar wohl erst in Würm seine endgültige Form erhielt. Die tektonischen Kräfte wirken aber noch heute: die lebenden Vulkane sowie die steten Erdbeben in unserem Raume sind die besten Zeugen dafür.

Zur Zeit der endgültigen Ausbildung des Umrisses Südosteuropas beginnt aber allem Anschein nach die Annäherung Mitteleuropas dem Nordpole und damit

im Zusammenhang die Abkühlung grosser nördlicher Räume, welche die Ausbildung des mächtigen Inlandeises im Norden sowie der Vergletscherung der mitteleuropäischen Gebirge zur Folge hatten. Während aber die Gletscher die Alpen mit einem mächtigen Eispanser umrandeten und sogar in den Karpaten ein grosses Ausmass erreicht haben, bildeten sich im südosteuropäischen Raume nur vereinzelte, zum Teil zwar ziemlich grosse, aber doch umgrenzte Gletscher, die kleinere Zirken, Moränen und Karren niedergelassen haben. Einige Gebiete wurden besonders stark vergletschert, so z.B. Orjen, die Prokletien, Šar-Planina-Korab-Massiv und das Rila-Gebirge. Südlich reichten die Gletscher bis Olymp, ihr pflanzengeographischer Einfluss lässt sich aber nur bis zur Perister-Nidže-Linie verfolgen, tiefer im Süden könnten sie nicht mehr einen grösseren Einfluss auf die Vegetation ausüben (Horvat 1953).

Die pleistozäne Vergletscherung Südosteuropas vergleicht J. Cvijić (1924) mit der heutigen in den Alpen, was ziemlich gut mit vegetationskundlichen Verhältnissen im Einklang steht.

Im südlichen Teile Südosteuropas wurden dagegen die Kältezeiten des Pleistozäns durch Regenzeiten, während die interglazialen Wärmezeiten durch Trockenperioden ersetzt wurden. Auch diese Vorgänge haben grossen Einfluss auf die Vegetation ausgeübt und insbesondere die südliche Verbreitung der laubwerfenden Vegetation ermöglicht.

Zusammensetzung und Gliederung der tertiären Vegetation Südosteuropas

Südosteuropa ist ausserordentlich reich an tertiären Ablagerungen vom Eozän bis zum Pliozän. Nicht selten liegen die Schichten verschiedenen Alters und verschiedener Fazies unmittelbar übereinander und wurden sogar bei der Untersuchung nicht immer genug scharf abgegrenzt, so dass ihre Zuteilung unsicher geblieben ist. Der grösste Teil der Reste wurde nach den Blättern bestimmt, während die Früchte und Samen sowie das Pollen nur teilweise berücksichtigt wurden. Darin liegt der Nachteil eines grossen Teiles unseres paleontologischen Materials, welches eine zeitgemässe Bearbeitung zu wünschen übrig lässt.

Die ältesten Ablagerungen stammen aus Südkroatien (Promina-Schichten bei Šibenik) und gehören dem Eozän an. Sie wurden von Ettingshausen (1854) und Visiani (1858) untersucht und haben sehr interessante Ergebnisse ergeben. Viel reichlicher ist jedoch Oligozän vertreten, welches insbesondere im angrenzenden Slovenien bei Zagorje (Sagor), Trbovlje (Trifail) und Socka (Sotzka) verbreitet ist und schon von Unger (1850) und Ettingshausen (1872—1885) bearbeitet wurde. Noch reichlichere Entfaltung weist Miozän auf, welches mit verschiedenen Stufen von I. Mediterran bis Sarmat und Pont vertreten ist. Dem Miozän gehören die klassischen Floren von Radoboj (Unger 1847, 1852) und Podsused (Pilar 1883) in Kroatien, sowie eine Anzahl gut beschriebener Floren in Bosnien und Serbien (Engelhardt 1901, Pantić 1956). Von pliozänen Floren haben grosse Bedeutung die Ablagerungen bei Ivanec, die neuerdings von Špoljarić (1954)

palynologisch und xylotomisch bearbeitet wurden, sowie eine der jüngsten tertiären Floren Südosteuropas aus Podvinj bei Brod, die von Engelhardt (1894) beschrieben wurde. In Serbien wurde aus dieser Zeit Grocka von Pantić (1956) bearbeitet.

Ein besonderes Interesse beansprucht jedoch die von Stojanov u. Stefanov (1929) und von Stefanov u. Jordanov (1935) ausführlich bearbeitete Flora des Sofia-Tales bei Podgumer und Kurilo. Die reichlich, prächtig bearbeitete Sammlung von ungefähr 186 Arten mit einem ausführlichen Vergleiche mit anderen europäischen Floren, sowie mit einer gründlichen pflanzengeographischen und ökologischen Analyse versichert dieser Flora die klassische Stellung unter europäischen tertiären Floren.

Nach erhaltenen Resten in Südosteuropa ist ersichtlich, dass im älteren Tertiär — gleich wie in Mitteleuropa — eine reiche tropisch-subtropische Flora verbreitet war, die sogar bei der Bildung der mächtigen Kohlenablagerungen teilgenommen hat. An ihrer Zusammensetzung haben die immergrünen Elemente der tropischen und subtropischen Verwandtschaft teilgenommen, z.B. *Ficus*, *Cinnamomum*, *Persea*, *Oreodaphne*, *Aralia*, *Sabal*, *Grevillea*, *Magnolia*, *Myrsine* u.v.a. Es waren aber auch einige laubwerfende Gattungen z.B. *Salix*, *Populus*, *Juglans*, *Castanea*, *Platanus* u.a. vertreten (Krištofovič 1946).

Durch die Abkühlung des Klimas im Laufe des Tertiärs starben die tropisch-subtropischen Gattungen aus oder zogen sich in südliche wärmere und feuchtere Gegenden, während die laubwerfenden von Norden und Osten vordringenden arktotertiären Elemente der gemässigten Breiten ihren Platz eingenommen haben. Zu dieser Zeit sind nach Südosteuropa z.B. die Gattungen *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Betula*, *Zelkova*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*, *Castanea*, *Pterocarya*, *Carya*, *Vitis*, *Sassafras*, *Liquidambar* u.v.a. vorgedrungen und haben das alte Waldbild völlig umgeändert. Dieser grosse Vorgang des Zurückziehens der tropisch-subtropischen und des Vordringens des laubwerfenden Elementes vollzog sich aber nicht gleichmässig, sondern wurde beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die endlich das Vorherrschen des gemässigten Elementes zur Folge hatten. Im Zusammenhang mit Polwanderung, Gebirgsbildung und Änderung der Land- und Wasserflächen wurden diese Vorgänge von Temperatur- und insbesondere Feuchtigkeitsschwankungen begleitet, die jeweils ein wärmeres oder kälteres sowie trockenes oder feuchteres Klima bedingten. Die Vorgänge der Umwandlung der immergrünen tropisch-subtropischen Vegetation in die laubwerfende arktotertiärer Verwandtschaft haben sich aber in Südosteuropa bedeutend später als in Mitteleuropa abgespielt. Das zeigt zu genüge, dass schon die tertiären Floren geographisch gegliedert waren, eine Tatsache, die schon L. Adamović (1909) angedeutet hat und Stefanov u. Jordanov (1934) sowie Mädler (1939) in ihren Vergleichen vermuten lassen, aber erst Szafer (1946) mit vollem Bewusstsein durchgeführt hat, indem er drei geographisch, genetisch und klimatisch verschiedene Zonen unterschieden und damit den Weg zur endgültigen Umgrenzung der tertiären Provinzen durchbrochen hat.

Vor kurzem versuchte Pantić (1956) in einer interessanten Studie den Entwicklungsgang der tertiären Vegetation Serbiens auf Grund sicher bestimmter Floren zu geben, während Anić (1958) den ganzen westlichen Teil Südosteuropas im gleichen Sinne bearbeitet hat. Wir freuen uns der inhaltsreichen, geologisch sowie paleontologisch begründeten Studie von Anić die wichtigen Ergebnisse entnehmen zu können. Wir haben nach dieser Studie ein Grafikon hergestellt, welches einen guten Einblick in die verwickelten Vorgänge der Vegetationsentwicklung unseres Tertiärs veranschaulichen kann.

Nach Anić (1958) sollte z.B. das Klima des oberen Eozäns tropischwarm und trocken gewesen sein, was nicht nur mit der Vegetation sondern auch mit stratigraphischen Verhältnissen im Einklang steht. Auf dem Grund der Promina-Schichten wurden zahlreiche Nummuliten- und Korallenreste gefunden sowie eine stark verkarstete Oberfläche mit Bauxitlagerstätten, die auf ein Trockenklima schliessen lassen. Im oberen Oligozän ist das Klima schon weniger warm, aber noch immer trocken. Die Meeresnähe sollte auf das Klima bedeutungslos gewesen sein. Ähnliche Verhältnisse walten auch im I. Mediterran, welches im Vegetationsbilde mehr ein oligozänes als miozänes Gepräge trägt. Einen echt miozänen Charakter haben erst die Floren des II. Mediterrans (Helvet und Torton), bei dem die Wärme etwas abnimmt, gleichzeitig aber die Feuchtigkeit steigt, so dass die feuchtigkeitsliebenden Elemente zur Vorherrschaft gelangen. Das steht mit der grossen Meerestransgression am Anfang des II. Mediterrans im Zusammenhang.

Im oberen Miozän (Sarmat) steigt aber infolge einer Regressionsphase wieder die Wärme und besonders die Trockenheit. Das Klima sollte warm-subtropisch sein und ähnelt dem Klima des oberen Oligozäns. Im Radoboj erscheinen wieder die Palmen, zahlreiche Leguminosen, Malpighiaceen u.s.w. mit einer Anzahl der Insekten tropischen Charakters.

Die pontische Stufe stellt wieder eine Transgressionsphase dar, der Übergang ist ziemlich rasch und die xerophilen Elemente verschwinden bald, während die feuchtigkeitsliebenden Arten arktotertiärer Herkunft sowie die Lauraceen zur Vorherrschaft gelangen. Das Klima sollte nach Anić von ostmediterranean Typus sein mit mehreren oder weniger Frosttagen und grösseren Temperaturschwankungen.

Im obersten Pont Nordkroatiens fällt das Ende der Regressionsphase des Panonischen Sees, das Becken trocknet mehr oder weniger aus, aber die kleineren Teiche und Seen enthalten noch immer Wasser mit einer bunten Waldvegetation. Das Klima wird etwas wärmer, so dass viele wärmeliebende Elemente wieder zur Entwicklung gelangen. Die Floren enthalten sogar einige Pflanzen miozäner Verwandtschaft, aber den Grundstock bilden jedoch die arktotertiären Elemente. Die Vorgänge der Umwandlung der immergrünen tropisch-subtropischen Vegetation in die laubwerfende arktotertiärer Verwandtschaft haben sich demnach in Südosteuropa bedeutend später als in Mitteleuropa abgespielt. Špoljarić (1952) hat durch ausführliche pollenanalytische und anatomische Untersuchungen der Lignite bei Ivanec in Nordkroatien das Vorherrschen der Taxodiaceen bewiesen. Nach

ihrem Aufbau weisen diese dem Pont angehörige Reste den Charakter einer miozänen Flora Mitteleuropas auf.

In Südosteuropa wurden, wie gesagt, mehrere pliozäne Floren beschrieben. Von diesen ist die erwähnte Flora der Lignite von Ivanec am besten bearbeitet, indem sie auch die Resultate der Pollenanalyse und der anatomischen Untersuchung der Holzgewächse berücksichtigt hat. Da sie aber unter ganz eigenartigen Lebensbedingungen in einem feuchten Becken abgelagert wurde, beansprucht sie ein nicht so grosses Interesse wie z.B. die Flora von Podvinj bei Brod oder die Flora des Sofia-Tales. Wir haben deshalb in erster Linie diese zwei Floren berücksichtigt.

Die tertiäre Flora von Podvinj sollte nach stratigraphischer Lage eine der jüngsten von allen pliozänen Floren Südosteuropas zu sein. Sie gehört den obersten pontischen Schichten an und wurde in einer Höhe von 120 m ausgegraben. Es wurden ca 45 Arten entdeckt, die von Engelhardt (1894) eingehend bearbeitet wurden.

Die Analyse, welche schon Engelhardt durchgeführt hat, zeigt, dass in ihrem

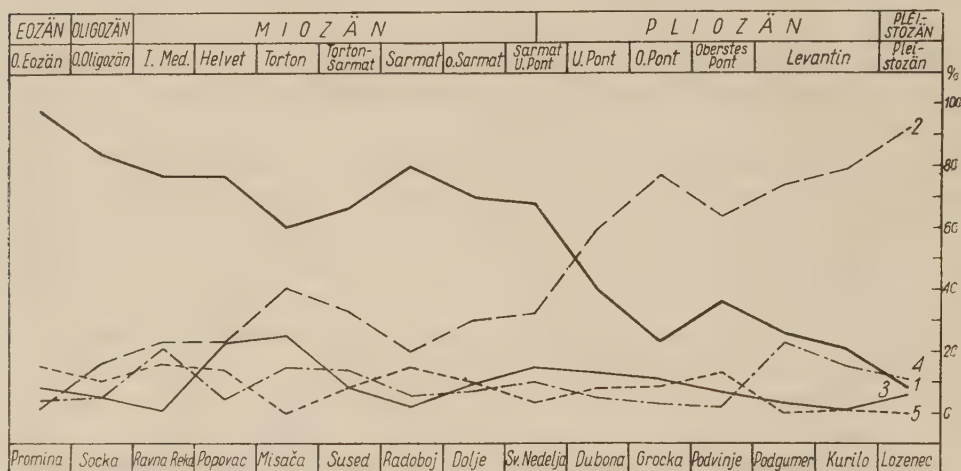


Abb. 1. Entwicklungsgang der tertiären Vegetation, hergestellt nach einer Tabelle von D. Anić (1958) und ergänzt nach Angaben von B. Kitanov (1956) für Bulgarien.

Gesamtanteil (in %) der Elemente: 1 — des tropisch-subtropischen Klimas (einschl. mediterraner Elemente); 2 — des gemässigten Klimas; Gesamtanteil (in %) der: 3 — Lauraceen; 4 — Coniferen; 5 — Leguminosen

Aufbau verschiedenartige Elemente vorherrschten, und zwar nordamerikanische, ostasiatische, kaukasische sowie einheimische, europäische. Es waren sogar Vertreter der tropisch-subtropischen Vegetation vorhanden. Wären die Schichten nicht genau als oberpontisch bestimmt, könnte man an eine ältere, sogar miozäne Flora schliessen, eine Erscheinung die auch für die Kreka-Ablagerungen in Bosnien Katzner (1901) bemerkt hat. Das ist aber wohl im Zusammenhang mit besonders günstigen Lebensbedingungen, in welchen diese Flora abgelagert wurde, zu verstehen, weshalb sie schon damals einen relikten Charakter aufwies. In ihrer Zu-

sammensetzung tritten insbesondere nordamerikanische Elemente zum Vorschein, die in besonders günstigen Verhältnissen des östlichen Teiles Nordamerikas noch heute leben, z.B. *Taxodium distichum* v. *miocenicum*, *Quercus deuterogena* (aff. *Q. montana*), *Ulmus pluvinnervis* (*U. alata*), *Platanus aceroides*, *Juglans bilinica*, *Liquidambar europaeum*, *Rhamnus eridani*, *Rhus meriana*, *Robinia regeli*. Von vorderasiatischen Arten kamen dagegen vor: *Juglans acuminata*, *Pterocarya denticulata*, *Pterocarya massalongi* und *Zelkova ungeri*.

Die zweite wichtige Fundstelle der pliozänen Flora in Südosteuropa ist die berühmte, von bulgarischen Forschern mustergültig bearbeitete Flora des Sofia-Tales. Sie enthält über 186 Arten, deren pflanzengeographische Gliederung sowie die Beziehungen zu der heutigen Vegetation ihre Bearbeiter schon eingehend dargestellt haben. In der reichen Artenliste dieser Flora befinden sich nämlich die Vertreter einer bunten Vegetation, die verschiedenen Höhenstufen und verschiedenen Pflanzengesellschaften angehörten. Die etwas jüngere bulgarische Flora unterscheidet sich weitgehend von der bei Podvinj in Kroatien und ihre pflanzensoziologische Analyse lässt interessante Schlüsse ziehen. Es fragt sich, warum sich die nicht viel älteren Podvinj-Ablagerungen in Kroatien so sehr von denen aus Kurilo oder Podgumer in Bulgarien unterscheiden? Die Antwort ist leicht: abgesehen von verschiedener geographischer Lage (westlicher bzw. östlicher Teil Südosteuropas), befinden sich beide Ablagerungen in wesentlich verschiedenen Umweltsbedingungen. Podvinj liegt in der Höhe von 120 m, am Rande des anmutigen Hügellandes in der Saveniederung, geschützt vom Norden durch niedrige Berge, noch heute klimatisch begünstigt. Der Sofia-Tal liegt dagegen in der Höhe von 600 m in der Nähe der mächtigsten Gebirgsmassive Südosteuropas und genießt auch heutzutage ein rauhes, kontinentales Klima. Die Lebensbedingungen waren wohl zur Zeit der Ablagerung der Blattreste viel günstiger als heute, aber bei weitem nicht so gut wie im Podvinj. Ausserdem stellt das zusammengebrachte Material dieser Ablagerungen die Reste verschiedener Höhenstufen und verschiedener Pflanzengesellschaften dar, während die Podvinj-Schichten nur einer und zwar der niedrigsten und wärmsten Höhenstufe entsprechen, obwohl sie möglicherweise verschiedenen Gesellschaften angehören.

An der Abb. 1. wurde nach einer Tabelle von Anić (1958) der Entwicklungsgang der tertiären Vegetation im südosteuropäischen Binnenlande dargestellt. Es wurden noch die bei diesem Autor nicht berücksichtigten Sofia-Ablagerungen eingetragen und zwar von Podgumer, Kurilo und Lozenec; diese letzten sollten aber nach Kitanov (1956) schon dem Pleistozän angehören.

Durch zwei Hauptlinien ist das Verhältnis des immergrünen tropisch-subtropischen und des laubwerfenden Elementes dargestellt: man sieht zwei Elemente. Die feineren Linien sollen den gleichzeitigen Anteil der Koniferen, Leguminosen und Lauraceen veranschaulichen. Während die ersten zwei Gruppen in den Trockenperioden vorherrschen, sinken gleichzeitig die feuchtigkeitsliebenden Lauraceen herab, bis sie endlich mit Erniedrigung der Temperatur im Pleistozän vollkommen verschwinden.

Pflanzensoziologische Analyse der pliozänen Vegetation

Für das Verständnis der gegenwärtigen Vegetation Südosteuropas hat die grösste Bedeutung das Pliozän, in welchem die wichtigsten Vegetationseinheiten unserer Waldvegetation schon ihren Umriss bekommen haben. Deshalb werden wir die grösste Aufmerksamkeit diesen Floren widmen und ihre Gliederung nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten versuchen.

Es haben wohl schon mehrere Forscher, vor allem Pilar (1883), Depape (1923), Stojanov u. Stefanov (1929), Mädler (1939), Mägdefrau (1942) u.v.a. die fossilen Floren nach vegetationskundlichen Prinzipien zu gliedern versucht und sprechen nicht nur von verschiedenen Höhenstufen sondern auch von verschiedenen Formationen. So haben auch die erwähnten bulgarischen Forscher eine Gliederung der pliozänen Floren des Sofia-Tales nach Vegetationsstufen durchgeführt und ihre Beziehungen zu der heutigen Vegetation dargestellt. Aber erst Szafer (1946) hat, soweit uns bekannt, bewusst eine Gliederung nach rein pflanzensoziologischen Prinzipien versucht. Er spricht von Vegetationseinheiten von Verbänden, Ordnungen und Klassen der pliozänen Vegetation im Sinne der modernen Pflanzensoziologie, macht aber dabei darauf aufmerksam, dass wir erst nach einer zeitgemässen Bearbeitung der Vegetation der relikten Bezirke Nordamerikas und Ostasiens, wo die pliozänen Floren am besten erhalten sind, eine sichere Grundlage für ihre Gliederung bekommen und sogar die Bahn für eine zeitgemässe tertiäre Pflanzensoziologie eröffnen werden.

Im südosteuropäischen Raume sind viele, an Relikten besonders reiche Gesellschaften erhalten geblieben, die einen interessanten Einblick in die tertiäre Vegetation ermöglichen. Wir glauben deshalb, dass es nicht ohne Interesse sein kann, die pliozänen Floren Südosteuropas einer pflanzensoziologischen Analyse zu unterwerfen und ihre Beziehungen zu der gegenwärtigen Vegetation zu erörtern. Inzwischen hat R. Knapp (1957) eine neue, äusserst interessante Gliederung der rezenten Vegetation der relikten Bezirke Nordamerikas veröffentlicht, die uns weitgehende Vergleiche mit der pliozänen Vegetation unseres Raumes ermöglicht.

Von der gegenwärtigen Vegetation Südosteuropas und von relikten Zentren Nordamerikas ausgehend möchten wir die pliozäne Vegetation Südosteuropas etwa folgenderweise zu gliedern versuchen.

In der pliozänen See- und Teichlandschaft des südosteuropäischen Binnenlandes haben einen verhältnismässig grossen Anteil die Wasser- und Sumpf-Gesellschaften (*Potamion* und *Phragmition*) gehabt, während am Rande üppige Ufer- und Auenwälder grosse Räume eingenommen.

Das wichtigste Material für die Braunkohlenbildung geliefert haben. Sie haben die grössten Verluste nicht nur in ihrem Artbestand erlitten, sondern es sind ganze Gesellschaften völlig verschwunden. Es sind namentlich die Sumpfwälder der *Taxodietea*-Klasse mit ihren nordamerikanischen und ostasiatischen Vertretern, z.B. *Taxodium distichum*, *Sequoia langsdorfii* und *Glypto-*

strobilus heterophyllus in Südosteuropa völlig ausgestorben. Dagegen sind Bestandteile der mit den gegenwärtigen, viel artenärmeren Gesellschaften der *Populetales* verwandter Auenwälder erhalten geblieben, ob zwar sie gegen amerikanische Ordnungen *Ulmeto-Aceretalia saccharini* und *Fraxino-Quercetalia prinii* eine starke Verarmung aufweisen.

Als die wichtigsten Bestandteile der pliozänen Auen- und Ufervegetation, die heutzutage in Südosteuropa nur durch die *Populetales albae* vertreten ist, seien erwähnt: *Salix triandra* foss., *Salix varians* (*fragilis*), *S. (longa) viminalis*, *Populus alba* v. *pliocenica*, *P. leucophylla*, *P. nigra* foss., *Alnus incana* foss., *A. glutinosa* foss., *Fraxinus oxycarpa*, *Platanus aceroides* aff. *occidentalis*, *Juglans acuminata*, *Carya serraefolia*, *Pterocarya caucasica* foss., *P. denticulata*, *Ulmus campestris* foss., *U. pluviniervia* (*alata*), *Zelkova (ungeri) crenata*, *Z. (praelonga) serrata*, *Z. cretica*, *Liquidambar europaeum*, *L. orientalis*, *Gleditschia* sp., *Rhamnus rössmässleri*, *Berchemia volubilis*, *Ampelopsis* sp., *Smilax* aff. *excelsa*.

Die niedrigste, ausserhalb Überschwemmungsbereiches liegende, feuchtwärmste Stufe wurde im westlichen Teile des Pannonischen Beckens in Nordkroatien und Nordbosnien (Podvinj, Kreka), von artenreichen, mesophilen Waldgesellschaften der *Querceto-Fagetea*-Klasse aufgebaut, die dem *Carpinion betuli* und *Fagion silvaticae* gegenwärtiger südosteuropäischer Vegetation entsprachen. Im Aufbau dieser pliozänen Gesellschaften haben neben einer Anzahl noch heute in Südosteuropa lebender Arten der *Fagetea silvaticae* bzw. *Querceto-Fagetea silvaticae* noch zahlreiche Vertreter der nordamerikanischen und ostasiatischen Wälder teilgenommen, insbesondere die Arten der amerikanischen *Querceto-Fagetea grandifoliae*-Klasse und zwar hauptsächlich der Ordnungen *Liriodendretalia*, *Ulmeto-Aceretalia saccharini* und *Fageto-Magnolietalia grandiflorae*.

Von verbreiteten europäischen Arten haben z.B. *Fagus pliocenica*, *Taxus baccata*, *Abies pectinata*, *Carpinus (grandis) betulus*, *Acer platanoides*, *Acer pseudo-platanus*, *Acer campestre*, *Salix caprea*, *Prunus domestica*, *Ilex aquifolium*, *Daphne* aff. *mezereum*, *Hedera helix*, *Lonicera xylosteum* u.a. teilgenommen. Daneben waren aber auch zahlreiche südosteuropäische und vorderasiatische Arten vertreten, die noch heute in unseren Gesellschaften vorkommen, z.B. *Fagus orientalis*, *Acer hyrcanum*, *A. tataricum*, *Castanea sativa*, *Staphylea pinnata*, *S. colchica*, *Aesculus hippocastanum*, *Prunus laurocerasus*, *Daphne* aff. *laureola*, *Rhododendron ponticum*, *Vaccinium arctostaphylos* u.a. Einige von diesen Arten kommen heute auf dem europäischen Boden nur in dem Strandža-Gebirge vor. Die pliozänen *Fagetea*-Gesellschaften enthielten aber noch folgende Arten amerikanischer oder ostasiatischer Verwandtschaft: *Cephalotaxus* sp., *Tsuga europaea*, *Acer dasycarpoides*, *A. rubrum*, *Magnolia acuminata*, *Liriodendron procaccinii*, *Hamamelis latifolia*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus deuterogena* (aff. *montana*), *Diospyros brachysepala*, *Viburnum* cf. *prunifolium* u.a.

Die *Fagetea*-Gesellschaften Südosteuropas weisen im Vergleich mit ähnlichen nordamerikanischen Gesellschaften eine starke Verarmung an Holzgewächsen

auf. Gegen die mitteleuropäischen Gesellschaften zeichnen sie sich insbesondere in ihrer Bodenschicht durch beträchtliche Anzahl südosteuropäischer, z.T. endemischer Arten. Nach ihrer Verwandtschaft und nach ihren Arealen sollen auch diese Arten als Relikte pliozäner Wälder betrachtet werden, obzwar von ihnen bisher keine fossilen Reste vorliegen. Solchen relikten Arten gehören an, um nur einige zu erwähnen, z.B. *Primula vulgaris*, *Ruscus hypoglossum*, *Epimedium alpinum*, *Erythronium dens canis*, *Lamium orvala*, *Vicia oroboides*, *Hacquetia epipactis*, *Omphalodes verna*, *Scopolia carniolica* u.v.a.

Die dritte Gruppe der *Querceto-Fagetea* bilden *Quercetalia pubescentis*, die heutzutage im submediterranen Raume Südosteuropas grosse Flächen einnehmen, aber im fossilen Zustand verhältnismässig wenig auftreten. Ob dabei die ungünstigeren Fossilisationsbedingungen dieser die trockenen Hänge bewohnender Gesellschaften oder ihr spärliches Vorkommen in feuchteren Bedingungen des Pliozäns Südosteuropas ausschlaggebend waren, bleibt noch festzustellen. Als typische Vertreter dieser xerophylen, submediterranen Wälder und Gebüsche Pliozäns sind folgende zu betrachten: *Juniperus oxycedrus* foss., *Pinus laricio* var. *pliocenica*, *Quercus cerris* foss., *Q. crenatifolia* (*Q. conferta*), *Q. macedonica* foss., *Q. siriaca* foss., *Carpinus orientalis* foss., *Ostrya carpinifolia* foss., *Celtis japeti*, *Pyrus* aff. *amygdaliformis*, *Pyracantha coccinea* foss., *Mespilus germanica* foss., *Buxus sempervirens*, *Pistacia terebinthus*, *Rhus cotinus*, *R. coriaria* foss., *R. meriandi*, *Paliurus aculeatus*, *Acer monspessulanum* var. *ibericum*, *Fraxinus ornus*, *Viburnum lantana* foss., *Rosa dumetorum*, *Coriaria lanceolata*, *Sassafras ferrettianum* u.a.

Einige von diesen Arten reichen bis Rumänien und Polen, wo sie noch in Ablagerungen von Borsec, Kroszlenko und Czorsztyn gesammelt werden (Pop 1936. Szafer 1946, 1954).

Quercetalia pubescentis Südosteuropas enthalten aber noch eine grosse Anzahl eigenartiger Gewächse, die nach ihrer Verwandtschaft und nach ihren relikten Arealen auf pliozäne oder sogar noch ältere Herkunft schliessen lassen. Trotzdem diese Arten bisher fossil nicht gefunden worden sind, unterliegt es keinem Zweifel, dass sie die wichtigsten Bestandteile der die trockenen Hänge bewohnenden tertiären Wälder gebildet haben. Solche Arten sind z.B.: *Tamus communis*, *Dioscorea balcanica*, *Forsythia europaea*, *Petteria ramentacea*, *Syringa vulgaris*, *Colutea arborescens*, *Coronilla emeroides*, *Podocytisus caramanicus*, *Malus florentina*, *Jasminum fruticans* u.a.

In pliozänen Ablagerungen des binnenländischen Teiles Südosteuropas erscheinen ziemlich häufig auch immergrüne, xerophile Arten, die der Ordnung *Quercetalia ilicis* anzugliedern sind. Ihre Hauptverbreitung fällt aber in das eigentliche Mittelmeergebiet, wo sie in voller Pracht und im grössten Reichtum auftreten, während sie im Inneren als Relikte einer wärmeren und zugleich trockeneren Zeit aufzufassen sind. Sie haben jedoch im Pliozän im Vegetationsbilde einiger Gegenden einen ziemlich grossen Anteil gehabt.

Als die wichtigsten Bestandteile der hartlaubigen pliozänen Vegetation im

südosteuropäischen Inneren möchten wir folgende Arten betrachten: *Pinus halepensis* foss., *P. maritima* foss., *Cupressus sempervirens* foss., *Juniperus foetidissima* foss., *J. drupacea* foss., *Fphedra* aff. *campylopoda*, *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Q. aegilops*, *Passania* sp., *Laurus nobilis*, *Arbutus andrachne* foss., *Olea oleastrum*, *Lonicera etrusca*, *Smilax aspera*, *Bumelia* sp., *Osmanthus* sp. u.a.

Wenn man bedenkt, dass auch diese Xerophyten an der nördlichen Grenze und in ungünstigen Fossilisationsbedingungen auftreten, darf man nicht ihren Anteil im Vegetationsbilde unterschätzen. Die pliozänen Funde beweisen, dass im östlichen Teile Südosteuropas (Bulgarien) die *Quercetalia ilicis*-Gesellschaften viel nördlicher reichten als heute, was wohl mit dem damaligen wärmeren Klima und kleinerer Kontinentalität im Zusammenhang stand. Das verhältnismässig spärliche Auftreten dieser Ordnung im binnenländischen Raume Kroatiens und Bosniens steht dagegen wohl mit der orographischen und klimatischen Gliederung des damaligen Südosteuropas im Zusammenhang.

Die oberste Waldstufe im südosteuropäischen Binnenlande wurde von den Nadelwäldern gebildet, weil die wichtigsten waldbildenden Nadelhölzer schon in miozänen Ablagerungen reichlich vertreten waren. Ein Teil von Nadelwäldern gehörte der *Vaccinio-Piceetea*-Klasse an, die heute auf der nördlichen Halbkugel ungeheure Räume einnimmt, ein anderer Teil wurde jedoch von den *Querceto-Fagetalia*-Gesellschaften eingenommen. Die pliozänen Nadelwälder Südosteuropas waren viel reicher als die gegenwärtigen und haben sogar drei lebende Relikte alter Verwandtschaft gelassen: Omorika-Fichte (*Picea omorika*), Panzer-Föhre (*Pinus heldreichii*) und Molika-Kiefer (*Pinus Peuce*). Als bezeichnende Bestandteile der *Vaccinio-Piceetea* Südosteuropas möchten wir folgende Arten betrachten: *Picea excelsa* foss., *P. omorika* (*P. omorikoides*), *Pseudotsuga styriaca*, *Tsuga europaea*, *Larix europaea* foss., *Keteleeria* sp., *Pinus cembra* foss., *P. Peuce* foss., *P. heldreichii* foss., *P. silvestris* v. *pliocenica*, *Thuja occidentalis*, *Gaylussacia* aff. *ursina*, *G. brachycera*, *Arctostaphylos uva ursi* foss., *Vaccinium myrtillus* foss., *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*, *Rhododendron myrtifolium*, *R. aff. caespitosum*, *Lonicera nigra*, *Salix silesiaca* u.a.

Die gegenwärtigen Nadelwälder Südosteuropas weisen trotz der erwähnten relikten Nadelhölzer doch innige Verwandtschaft mit eurosibirischen Nadelwäldern auf und enthalten in ihrer Strauch- und Krautschicht wenig Eigenartiges. Die Kälteperioden des Pleistozäns haben anscheinend in der obersten sowie in der untersten Waldstufe einen wirksameren Einfluss ausgeübt.

Die Betrachtung der pliozänen Waldvegetation im Lichte zeitgemässer pflanzensoziologischer Untersuchungen hat zum Vorschein gebracht, dass die wichtigsten Klassen und Ordnungen der heutigen Waldvegetation schon damals in Südosteuropa ausgebildet und sogar innerhalb ihrer gegenwärtigen Grenzen verbreitet waren oder etwas nördlicher reichten. Einige Vegetationseinheiten waren dabei unvergleichbar artenreicher als heute (z.B. *Fagetalia*), die anderen anscheinend viel ärmer (z.B. *Alnetalia*), weil ihre Ausbildung erst während pleistozäner Kli-

maverschlechterung erfolgte. In unserem Raume lebte im Pliozän eine Anzahl Holzgewächse, die heute im Mittelmeergebiete, auf den Kanarischen Inseln, am westpontischen Randgebirge, aber insbesondere in Nordamerika und Ostasien zu Hause sind. Im günstigen etwas wärmeren und feuchteren Klima gelangte diese arкто-tertiäre Vegetation zur üppigsten Entwicklung. Eine beträchtliche Anzahl von diesen Arten und Gattungen ist in unserem Raume ausgestorben, sie werden aber heutzutage mit bestem Erfolge gezogen. Sie beweisen, dass nicht die gegenwärtigen Lebensbedingungen, sondern die erdgeschichtlichen Geschehnisse für ihr Aussterben verantwortlich gemacht werden sollen. Und das waren eben die Kältezeiten des Pleistozäns.

Pleistozän in Südosteuropa

Es wurde schon dargestellt, dass die Vergletscherung in Südosteuropa ein nicht so grosses Ausmass wie in Mitteleuropa gehabt hat und dass ihre Folgen bei weitem nicht so tiefgreifend waren. Die glaziale Schneegrenze verlief zwar ziemlich niedrig und die Temperaturverhältnisse waren bestimmt viel ungünstiger als die gegenwärtigen, aber die Lebensbedingungen waren doch grundverschieden als in Mittel- und Nordeuropa.

Wenn wir die Vegetationsverhältnisse der Kältezeiten der gut durchforschten benachbarsten Gebiete, z.B. der Ostalpen, des nördlichen Teiles der pannonischen Tiefebene oder der Karpaten mit unseren vergleichen, können wir feststellen, dass in jenen Gebieten der Einfluss der Kälteperioden bedeutend grösser war als in Südosteuropa. Dieselben haben fast eine völlige Vernichtung der pliozänen Vegetation zur Folge gehabt. Schon die erste Vergletscherung am Dunajec hat nach Szafer (1956) eine tiefgreifende Änderung im Vegetationsbilde hervorgerufen und eine grosse Zahl exotischer Arten sowie überhaupt Holzgewächse vernichtet. Die günstigere interglaziale Periode (Tegelian) hat wohl manches verbessert und das Vordringen einiger bezeichneter Arten nach Norden ermöglicht, aber die darauf folgende zweite Vergletscherung führte zu einer völligen Vernichtung der Waldvegetation. Doch schon in mittleren Karpaten herrschte nach Pop (1957) im Würm-Glazial ein *Pinus*-Wald subarktischen Charakters und an günstigen Stellen überdauerte sogar die Fichte die Kältezeiten. Am Balaton war nach Zolyomi (1953) gleichzeitig eine kalte Steppe verbreitet und nur vereinzelte Holzgewächse haben an besonders günstigen Stellen Zuflucht gefunden. Am Ljubljansko Barje (Laibacher Moor) waren dagegen nach Firbas (1923) schon in der zunehmenden Wärmezeit alle pollenanalytisch fassbaren Bäume vorhanden.

Die Angaben über die Lebensbedingungen und die Vegetation des Pleistozäns im südosteuropäischen Raume sind sehr spärlich und stammen grösstenteils aus höheren Lagen von ungefähr 1200 m (Černjavski, 1937, 1943, Gigov 1956). Die pollenanalytischen Untersuchungen der Vlasina- und Tara Planina-Moore

in Serbien haben aber eindeutig gezeigt, 1. dass in Südosteuropa keine waldlose Phase vorhanden war, und 2. dass noch in einer Höhe von 1200 m ein Nadelwald mit vielen eingesprengten Laubhölzern verbreitet war.

Während also in Mitteleuropa zur Kältezeit des Pleistozäns eine waldlose Tundra vorherrschte, bekleidete schon in angrenzenden Gebieten (Mittel- und Südkarpaten) ein subarktischer *Pinus*-Wald die Gebirge. In Südosteuropa war dagegen sogar in einer Höhe von 1200 m eine üppige Waldvegetation mit vielen tertiären Arten verbreitet. In den niedrigen Stufen lebte ein bunter Laubwald, der alle heute lebende Holzgewächse und Sträucher enthielt. Über dessen Zusammensetzung geben uns einen annähernden Einblick die von Kitanov (1956) als altpleistozän bezeichneten Ablagerungen bei Lozenec im Sofia-Tale. In Gegensatz zu artenreichen, eine grosse Anzahl arktotertiärer und mediterraner Arten enthaltenden Kurilo- und Podgumer-Ablagerungen des gleichen Tales, fehlen bei Lozenec sämtliche mediterrane sowie ostasiatische Pflanzen. Merkwürdigerweise fehlen aber auch alle bei Kurilo gefundenen Hochgebirgspflanzen, so dass wir einen mesophilen Bergwald vom mitteleuropäischen Gepräge vor uns haben. In diesem Walde lebten z.B. *Carpinus betulus*, *Quercus sessiliflora* foss., *Qu. cerris*, *Qu. hartwissiana*, *Castanea vesca*, *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. tataricum*, *Pirus communis*, *Sorbus* aff. *aria*, *Ulmus campestris*, *Juglans regia*, *Taxus baccata* u.a. Dabei waren aber noch einige, heute bei uns ausgestorbene Arten z.B. *Tsuga europaea*, *Cydonia oblonga* und *Oreodaphne heeri* anwesend. Bei Lozenec waren auch feuchtigkeitsliebende Wälder mit *Populus*, *Salix* und *Alnus* verbreitet, die einige euxinische Arten enthielten.

Falls sich die Altersbestimmung der Lozenec-Schichten als sicher herausstellt, sollen diese Wälder ein unmittelbares Bindeglied zwischen dem artenreichen tertiären und dem heutigen Eichen-Hainbuchenwalde Südosteuropas darstellen. Diese durch paleontologische und pollenanalytische Untersuchungen festgestellte Tatsache stimmt vollkommen mit älteren pflanzengeographischen Anschauungen überein (vergl. Beck-Mannagetta 1901, Adamović 1909, Košanin 1923, Turrill 1929, Stojanov 1950 u.a.).

Die natürliche Folge dieser eigenartigen Verhältnisse in Südosteuropa war die Erhaltung einer beträchtlicher Anzahl tertiärer Relikte, die in Nord- und Mitteleuropa völlig ausgestorben sind. In Südosteuropa haben sich sogar besondere Erhaltungszentren ausgebildet, die eine grössere Anzahl relikter Arten enthalten.

Die Kältezeiten des Pleistozäns, denen im südlichen Teile Südosteuropas die Regenzeiten entsprachen, haben zwar eine teilweise Vernichtung der tertiären Vegetation, insbesondere ihrer wärmeren Stufen verursacht, viele und beachtenswerte Elemente haben sich aber bis zum heutigen Tage gerettet. Viele pliozäne Pflanzengesellschaften haben einen bedeutenden Verlust an Arten erlebt, aber ihre Eigenart doch aufbewahrt, so dass sie als unmittelbare Nachkommenschaft der tertiären Pflanzenwelt betrachtet werden können.

Die Kältezeiten des Pleistozäns haben aber noch eine wichtige Änderung in unserem Vegetationsbilde bedingt. Durch die Erniedrigung der Temperatur sowie durch die Senkung der Wald- und Krummholzgrenze wurden die Bahnen zum Vordringen einer Anzahl von Pflanzengesellschaften eurosibirischer und nordischer Herkunft in unserem Raum geöffnet. Zu dieser Zeit kam zu einer Einwanderung oder Bereicherung vieler borealen, sowie zur endgültiger Ausbildung der alpin-hochnordischen Gesellschaften (Horvat 1953).

Die schon im Pliozän reichlich vertretene *Vaccinio-Piceetalia*-Gesellschaften haben im Pleistozän manche neue Bestandteile erreicht. Dasselbe ist für die *Alnetalia glutinosae*, *Caricetalia fuscae*, *Sphagnetalia medii* sowie für die *Molinietalia*-Gesellschaften anzunehmen. Zu dieser Zeit fällt aber die endgültige Ausbildung unserer Hochgebirgsvegetation. Der alte, tertiäre Stock hat manchen Verlust erlebt und der neue Zufluss arktisch-alpiner Arten hat die Verhältnisse weitgehend umgeändert. Während aber die Kältezeiten z.B. auf die *Potentilletalia caulescentis* und *Thlaspetalia rotundifolii* hauptsächlich einen negativen Einfluss ausgeübt haben, wurden die *Salicetalia aherbaceae* erst zu dieser Zeit völlig ausgebildet und haben ihre gegenwärtigen Grenzen erreicht. Zwischen diesen zwei Extremen stehen die *Seslerietalia*, *Caricetalia curvulae* und *Arabidetalia coeruleae*, auf die das Pleistozän sowohl negativ als positiv gewirkt hat. Ihre geographische Verbreitung weist eine auffallende Übereinstimmung mit der Südgrenze der grössten Vereisung in Südosteuropa, den weiter südlich gelegenen Olymp ausgenommen. Auf diese Tatsache hat schon Braun-Blanquet (1948) mit vollem Nachdruck hingewiesen und unsere neueren Untersuchungen können das vollständig bestätigen.

Auf Grund aller dieser Ergebnisse können wir annehmen, dass die Eiszeiten auch in der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Südosteuropas einen grossen Wendepunkt bedeuten, der sich einerseits in der Verarmung an wärmeliebenden tertiären Elementen, andererseits aber in einer Bereicherung an nördlichen Elementen geäussert hat. Es sind nicht nur viele Arten und Gattungen sondern ganze Pflanzengesellschaften der tertiären Vegetation ausgestorben, aber gleichzeitig wurde unsere Vegetation durch einen kräftigen Zufluss nordischer Arten bereichert. Die Lebensbedingungen des Pleistozäns waren demnach im Südosteuropa grundverschieden von denen in Mitteleuropa, wo eine baumlose Tundra oder kalte Steppe vorherrschte. Im unseren Raume haben zur Kältezeit üppige Wälder gelebt, die zwar manche empfindliche Elemente verloren, ihre Eigenart aber nicht eingebüsst haben.

VEGETATIONSGESCHICHTE DES HOLOZÄNS

Die von Rudolph (1931), Bertsch (1940), Erdtman (1943), Szafer (1946), Firbas (1949), Lüdi (1958) u.v.a. glänzend bearbeitete postglaziale Besiedlung Mittel- und Nordeuropas hat einen klaren Einblick in die verwickelten Vorgänge der grossräumigen Wiederbewaldung dieser waldlosen Gebiete gegeben.

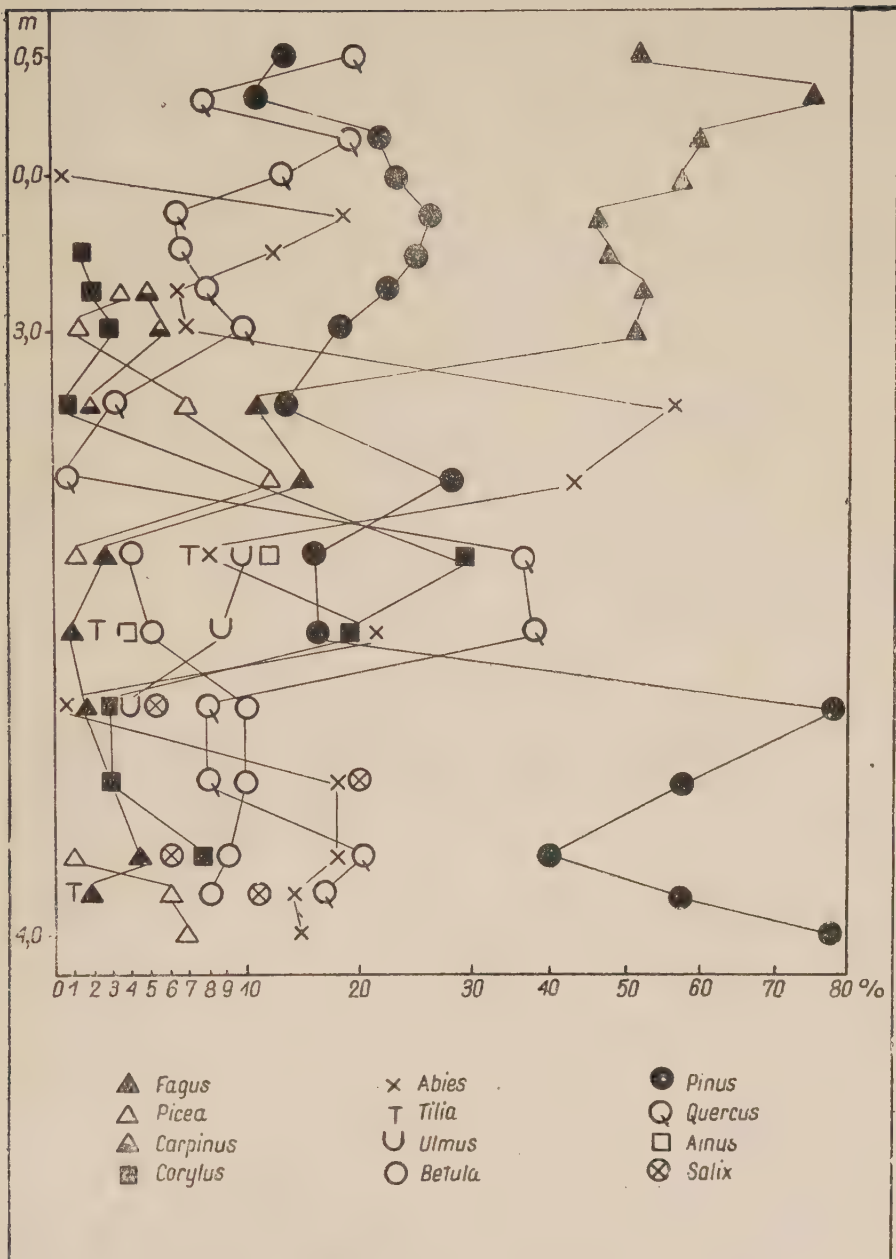


Abb. 2. Postglaziale Entwicklungsgeschichte der Waldvegetation am Vlasina-Moore in Ostserbien, nach Černjowski (1934).

Die holozäne Vegetationsentwicklung in unserem Raume hat dagegen eine andersartige Geschichte: in Südosteuropa handelte sich nämlich nach Černjavski (1937), Gigov (1956) u.a. um keine Neubesiedelung, wenigstens nicht in der Waldstufe, sondern nur um eine Versetzung der Zonengrenzen und Verschiebung der Höhenstufen. Durch pollenanalytische Untersuchungen wurde unzweideutig bewiesen, dass die Waldentwicklung nur eine schrittweise Änderung in Mengenverhältnissen der Arten erhalten hat.

Tabelle 1

Die Waldgliederung im Atlantikum nach Pollenspektren von Gigov (1956) im Vergleich mit der gegenwärtigen Gliederung der Vegetation im binnenländischem Teile Südosteuropas nach Horvat (1950)

	Oštrozub			Zvijezda	Vlasina	Željin	Tara	Kopanik	Stara Planina	
	Šuplji Kamen	Stojimirovo	Selište			Jezero	Crvena bara	Barska Reka	Ponor	Crni Vrh
Höhe ü.M.	600	700	850	1080	1200	1500	1100	1400	1400	1600
<i>Juglans</i>		10			2					
<i>Carylus</i>	20	15			1					
<i>Carpinus</i>	5	15								
<i>Fagus</i>	70	05	20	24	18	13	23		20	10
<i>Pinus</i>			16	16	20	32	13	19	10	17
<i>Abies</i>			40	29	45	32	32	27	()	
<i>Picea</i>			10	22	10	10	20	47	65	70
Gegenwärtige Waldgliederung	<i>Fagetum montanum</i>		<i>Fagetum abietetosum</i>					<i>Piceetum subalpinum</i>		

Pollenanteil (in %) wichtigster bestandsbildender Arten des Atlantikums in Mooren Bosniens und Serbiens nach Gigov (1956) im Vergleich mit entsprechender gegenwärtiger Waldgliederung Serbiens nach Horvat (1950)

Die tiefsten bis Praeboreal reichenden Schichten des Vlasina-Moores sollen uns diesen Vorgang veranschaulichen. Der untersuchte Moor liegt in einer Höhe von 1200 m und entspricht den Waldverhältnissen der heutigen Buchen-Tannenstufe. Pollenspektrum dieses Moores zeigte im Praeboreal folgende Zusammensetzung: *Pinus* 61⁰/₀, *Abies* 18⁰/₀, *Quercus* 14⁰/₀, *Betula* 10⁰/₀, *Picea* 5⁰/₀ und *Fagus* 2⁰/₀. Im Boreal, zu beginnender Wärmezeit, ändert sich das Spektrum folgenderweise: *Quercus* 35⁰/₀, *Corylus* 25⁰/₀, *Pinus* 18⁰/₀, *Abies* 14⁰/₀ u.s.w. Im Atlantikum nähern sich die Verhältnisse schon vollkommen den gegenwärtigen.

Wenn wir die Pollenspektren von einer Anzahl Moore in Bosnien und Serbien vergleichen, die von 850 bis 1600 m liegen, kommen wir zum Ergebnis, dass damals in der heutigen Buchenzone ein Buchenwald mit vereinzelt Eichen und Haselnuss vorherrschte (*Fagetum montanum*), darüber ein Buchen-Tannenwald ohne wärmeliebende Elemente, aber mit etwas Fichte, während in den höchsten Lagen, wie heute, ein reiner subalpiner Buchen- oder Fichtenwald verbreitet war.

Die im Subatlantikum und Subboreal eintretenden Änderungen haben schon viel kleinere Bedeutung und sind z.T. durch den Einfluss des Menschen bedingt.

Einen wichtigen Einfluss auf die Vegetation Südosteuropas hat aber die holozäne Wärmezeit ausgeübt. Durch die Hebung der Wald- und Krummholzgrenze wurde der zusammenhängende Verbreitungsraum der alpinen Vegetation zerstückelt und die Möglichkeit weiterer Ausbreitung der Hochgebirgsvegetation verhindert. In niedrigeren Stufen hat die Erwärmung insbesondere die Moorgesellschaften verdrängt und gleichzeitig die Ausbreitung einer wärmeliebenden Steppenvegetation ermöglicht. Diesem Vordringen der Steppenvegetation hat jedoch die erhaltene Waldvegetation einen starken Widerstand geleistet so dass die Steppen im nördlichen Becken hauptsächlich die Sand- und Lössböden, am Alpenstrand dagegen die eisfrei gewordenen Flächen erobert haben.

DIE BEDEUTUNG SÜDOSTEUROPAS FÜR DIE VEGETATIONSGESCHICHTE MITTEL-UND NORDEUROPAS

In einem inhaltsreichen Buche über die Entwicklung des mitteleuropäischen Waldes hat Bertsch (1940) die Waldgeschichte Mitteleuropas auf Grund der pollenanalytischen Untersuchungen verfolgt. Er nimmt als Ausgangspunkt für die postglaziale Ausbreitung der Fichte und der Buche das berühmte Ljubljansko Barje (Laibacher Moor), welches schon von Firbas (1923) untersucht wurde.

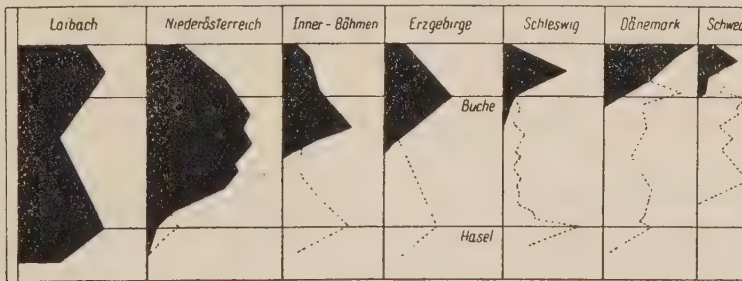


Abb. 3. Vordringen der Fichte und Buche aus südostalpinen Erhaltungszentren nach Mitteleuropa, nach Bertsch (1940)

Von diesem Moor aus verfolgt er die Ausbreitung dieser beiden wichtigen Waldbildner gegen Norden Europas. Wir glauben nicht zu verfehlen, wenn wir die diesbezüglichen Diagramme hier nochmals wiedergeben, weil sie so klar und eindrucksvoll sind, dass sie, was die Waldbildner allein betrifft, keiner Erklärung bedürfen. Wir möchten aber den Buchendiagramm folgend die Wiederbesiedlung des Buchenwaldes vom pflanzensoziologischen Standpunkt an zu belichten versuchen. Das ist umsomehr interessant als in niedrigeren Stufen auch der Eichen- Hainbuchenwald eine ähnliche Ausbreitung gehabt hat.

Schon anfangs wurde darauf hingewiesen, dass die südosteuropäischen Gesellschaften des *Carpinion*- und *Fagion*-Verbandes fast alle Arten entsprechender mittel- und nordeuropäischer Waldgesellschaften enthalten, daneben aber noch eine grosse Anzahl der in Mitteleuropa fehlenden endemischen Arten beherbergen. Diese Arten stellen grösstenteils alte, relikte Elemente der tertiären Floren. Von unserem Raume ausgehend können wir eine rasche Verarmung dieser Elemente gegen Mitteleuropa verfolgen. Eine kleinere Anzahl dringt an geeigneten Stellen noch in den eigentlichen pannonischen Raum, eine kleine Gruppe befindet sich sogar in Podolien, fehlt aber schon im eigentlichen Mitteleuropa vollständig. Die grösste Anzahl dieser Arten hat den tertiären Erhaltungsraum kaum überschritten. Nur die weniger anspruchsvollen Arten sind weit nach Norden vorgedrungen. Wie eine organisierte Armee, sei uns der Vergleich gestattet, haben im zunehmenden Wärmezeit die Buchen-Tannenwälder in höheren und die Eichen-Hainbuchenwälder in niedrigeren Stufen das Mitteleuropa erreicht. Bei diesem Vordringen sind aber die empfindlichen, weniger ausbreitungsfähigen Glieder immer hie und da zurückgeblieben. Nur die widerstandsfähigsten Bestandteile mit einer weiteren ökologischen Amplitude haben den mitteleuropäischen Raum wieder erobert. Es sind dies hauptsächlich die Verbands- und Ordnungsscharakterarten der *Fagetalia*, die am weitesten gegen Norden vorgedrungen sind. Die wärmeliebenden Gesellschaften der *Quercetalia pubescentis* sind viel südlicher stehen geblieben und haben gegen Mitteleuropa nur verarmte Vorposten gelassen.

Die in Südosteuropa erhaltene, durch die Kältezeiten des Pleistozäns stark dezimierte Vegetation hat also bei der Wiederbesiedlung Mitteleuropas eine grosse Rolle abgespielt.

RÜCKBLICK

Der Entwicklungsgang der südosteuropäischen Vegetation stellt im Zusammenhang mit erd- und vegetationskundlichen Geschehnissen einen verwickelten und grandiosen Vorgang des Werdens und Vergehens dar, welcher selten an der Erdoberfläche seinesgleichen findet. Während nämlich die tertiäre Pflanzenwelt Mitteleuropas sozusagen völlig vernichtet wurde, in Ostasien und in Ostamerika dagegen fast völlig erhalten geblieben ist — steht Südosteuropa in der Mitte — hier verknüpfen sich sowohl die zerstörenden als die erhaltenden Kräfte, und es ist oft schwer zu entscheiden, was geblieben und was neu gebildet wurde. Das Endresultat dieser verwickelten Vorgänge der Vegetationsentwicklung ist:

1. Eine reiche über 7000 Arten enthaltende Flora höherer Pflanzen mit vielen relikten Gattungen, Sektionen und isolierten Arten,
2. Eine eigenartige artenreiche Vegetation mit besonderen endemischen Assoziationen, eigenen Verbänden und Ordnungen, die ihren Anschluss grösstenteils unmittelbar an tertiären Gesellschaften finden.

3. Ein wichtiger Anteil der südosteuropäischen Pflanzenwelt an der grossräumigen postglazialen Besiedelung des waldfreien Mittel- und Nordeuropas.

Wir haben versucht den Entwicklungsgang der südosteuropäischen Pflanzenwelt im Lichte der erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge darzustellen. Das Hauptgewicht wurde an die Verbreitung und Ausbildung der Vegetationseinheiten im Sinne der zeitgemässen Pflanzensoziologie gelegt um ihre Beziehungen zu jungtertiären Pflanzengesellschaften zu erklären. Obzwar manche Fragen dieser verwickelten Vegetationsentwicklung klar geworden sind, müssen wir doch gestehen, dass das gesammelte Tatsachmaterial aus unserem Raume noch viel zu wünschen übrig lässt, um ein endgültiges Bild der Entwicklung unserer Pflanzenwelt zu bekommen.

STRESZCZENIE

Europa południowo-wschodnia leży w zakresie krzyżowania się trzech wielkich holarktycznych rejonów (kręgów roślinności) w sensie Braun-Blanqueta, a nadto jeszcze żywi na swych najwyższych wyniesieniach roślinność kręgu alpejsko-arktycznego. Jej świat roślinny odznacza się nie tylko wielkim bogactwem i reliktowym charakterem flory, w skład której wchodzi szereg endemicznych rodzajów, sekcji i izolowanych pod względem systematycznym gatunków, ale także swoistą i niezwykle urozmaiconą roślinnością, która zawiera obok poważnej liczby endemicznych asocjacji także i liczne, temu tylko terenowi właściwe związki, zespoły, a nawet kilka rzędów zespołów. Ta wielka różnorodność południowo-wschodnio-europejskiej roślinności była już przedmiotem klasycznego opracowania przez autorów, takich jak: G. Beck-Mannagetta, L. Adamović, N. Stojanov, Markgraf, Turrill i w. in., a w nowszych czasach była opracowana w duchu szkoły zürichsko-montpelliarskiej przez Horvata, Horvatića, Oberdorfera, Ema, Jovanovića, Slarnića i in.; pozostaje ona w ścisłym związku z najwyższą różnorodnością warunków życia, ale w mniejszej mierze także z wydarzeniami w zakresie dziejów ziemi i roślinności, jakie rozegrały się na tym terenie od czasu trzeciorzędu.

Autor daje najpierw krótką analizę warunków życia roślinności południowo-wschodnio-europejskiej, w szczególności czynników orograficznych, klimatycznych i glebowych. Podkreśla jednakże, że najistotniejszą przyczyną swoistego charakteru tej roślinności była historia jej rozwoju, która była zasadniczo odmienna niż w środkowej i północnej Europie. Gdy bowiem roślinność środkowoeuropejska pozostaje pod wpływem niszczącego działania zimnych okresów, które zniszczyły prawie zupełnie roślinność trzeciorzędową, tak że ponowne zajęcie terenu przez roślinność nastąpiło dopiero w ciągu okresu polodowcowego ocieplenia, to roślinność południowo-wschodniej Europy, bardzo wprawdzie zubożała, ale przecież zachowana, nawiązuje bezpośrednio do roślinności trzeciorzędowej.

By uczynić zrozumiałym to potężne w swym przebiegu zjawisko rozwoju roślinności południowo-wschodnio-europejskiej, autor stara się prześledzić wielkiej wagi wydarzenia, jakie zachodziły w dziejach ziemi i roślinności, od starszego trzeciorzędu aż po dni dzisiejsze.

Badania paleontologiczne doprowadziły do rozpoznania łączności warstw od najstarszego trzeciorzędu po pliocen. Na podstawie znakomitych badań Ettingshausena, Stojanova, Stefanova, Jordanova, Kitanova, Pantića i in. dochodzi autor do wniosku, że szereg współczesnych naszych fotosocjologicznych jednostek, jak np. *Fagetalia*, *Quercetalia pubescentis*, *Quercetalia ilicis*, *Vaccinio-Piceetalia* i in. był wykształcony już w pliocenie. Były one jednak o wiele bogatsze w gatunki; zawierały szereg gatunków rosnących dzisiaj we wschodniej części Ameryki Północnej, w krajach kaukaskich i we wschodniej Azji. Liczne trzeciorzędowe zbiorowiska roślinne, jak i wiele trzeciorzędowych gatunków wyginęło w zimnych okresach plejstocenu. Jednakże, jak wykazały analityczno-pyłkowe badania Firbasa, Černjavskiego, Wodziczki, Gigova i in., roślinność leśna nie została nigdy wyparta z naszego terenu; jeszcze na wysokości 1200 m rozpowszechniony był bogaty las szpilkowy, z licznymi drzewami liściastymi, podczas gdy niższe piętra porośnięte były przez las liściasty bogaty w relikty.

Wielka liczba naszych jednostek fitosocjologicznych zawiera jeszcze i dzisiaj liczne reliktowe rośliny trzeciorzędowe, nawiązując bezpośrednio do plioceńskich fitosocjologicznych jednostek. Natomiast na wykształcenie innych zbiorowisk miały istotny wpływ dopiero zimne okresy plejstocenu.

W końcu podkreśla autor, że południowo-wschodnio-europejska roślinność, która przetrwała, odegrała wielką rolę w potężnym procesie postglacialnego osiedlania się na nowo roślinności na terenie Europy środkowej.

Na tym polega, docenione już przez starych mistrzów geografii roślin, znaczenie świata roślinnego naszego terenu dla ujęcia roślinności całej Europy.

LITERATURVERZEICHNIS

- Adamović L., 1909, Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer, Leipzig.
- Anić D., Karakter flora i klime tercijsara na području FNRJ (Floren-und Klimacharakter während des Tertiärs im jugoslawischen Räume). Manuskript.
- Antipov-Karataev I. N. u. Gerasimov I. P., 1948, Počvite v Blgaria, Sofia-Moskva.
- Beck-Mannagetta G., 1901, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, Leipzig.
- Bertsch K., 1940, Geschichte des deutschen Waldes, Jena.
- Braun-Blanquet J., 1923, L'origine et le développement des flores dans le Massiv Central de France, Paris-Zürich.
- Braun-Blanquet J., 1948, La végétation alpine des Pyrénées orientales, An. inst. edaf. 9, Barcelona.
- Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie, Wien.
- Cvijić J., 1924, Geomorfologija, Beograd.
- Černjavski P., 1935, Pollenanalytische Untersuchungen der Gebirgsseen in Jugoslawien, Verh. Int. Ver. Limnol., Beograd.
- Černjavski P., 1937, Pollenanalytische Untersuchungen der Sedimente des Vlasinamoors in Serbien, Beih. Bot. Zentr. 46. B.
- Depape G., 1923, Recherches sur la flore pliocene de la vallée du Rhone, Paris.
- Engelhardt H., 1894, Flora aus den unteren Paludinen-Schichten bei Podvin, Abh. Senck. Naturf. Ges.
- Engelhardt H., 1901, Prilog poznavanju tercijsarne flore najšire okoline Donje Tuzle u Bosni, Glas. zem. muz. 13, Sarajevo.
- Erdtman G. E., 1943, An introduction to Pollen Analysis, Waltham, Mass.

- Ettingshausen C., 1855, Die eoazäne Flora des Monte Promina in Dalmatien, Denk. Akad. Wiss. 8, Wien.
- Ettingshausen C., 1858, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora von Sotzka in Untersteiermark, S-B, Akad. Wiss. 28, Wien.
- Ettingshausen C., 1870, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora von Radoboj, S.B. Akad. Wiss. 61, Wien.
- Ettingshausen C., 1872, 1877, 1885, Die fossile Flora von Sagor in Krain, Denk. Akad. Wiss. 32, 377, 50, Wien.
- Firbas F., 1923, Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen, Lotos, Bd. 71, Prag.
- Firbas F., 1949, Waldgeschichte Mitteleuropas, Jena.
- Gigov A., 1955, Analiza polena na nekim tresavama Stare Planine, (Pollen analysis of some feat-masses on the mountain Stara Planina), Arh. biol. nauka 8, Beograd.
- Gigov A., 1956, Dosadašnji nalazi o postglacijalnoj historiji šume Srbije (Bisherige Ergebnisse über die postglaziale Geschichte der Wälder Serbiens), Zbor. Inst. ekol. biogeogr. SAN 7, Beograd.
- Gračanin M., 1949, 1951, Pedologija I-III, Zagreb.
- Grisebach A., 1884, Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung, Leipzig.
- Hayek A., 1927-1933., Prodrumus florae Penninsulae Balcanicae, I-III, Berlin.
- Horvat I., 1930, Vegetacijske studije o hrvatskim planinama I (Vegetationsstudien in den kroatischen Alpen), Rad. Jug. akad. 238, Zagreb.
- Horvat I., 1938, Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj (Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien), Glas. šum. pok. 6, Zagreb.
- Horvat I., 1950, Šumske zajednice Jugoslavije (Les associations forestières en Yougoslavie), Zagreb.
- Horvat I., 1953, Prilog poznavanju raširenja nekih planinskih biljaka u Jugoistočnoj Evropi (Ein Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung einiger Hochgebirgspflanzen in Südosteuropa), God. Biol. Inst. 5, Sarajevo.
- Horvat I., 1954, Pflanzengeographische Gliederung Südosteuropas, Vegetatio, 5-6, Den Haag.
- Horvat I., 1958, Sistematski odnosi hrastovih i borovih šuma Jugoistočne Evrope (Wärmeliebende Eichen- und Kiefernwälder Südosteuropas in systematischer Betrachtung), Biol. Glass. 11, Zagreb.
- Horvat I. u Pawlowski B., 1939, Istraživanje vegetacije planine Vranice, Ljet. Jung. akad. 51, Zagreb.
- Horvatić S., 1934, Flora i vegetacija otoka Paga (Die Flora und Vegetation der Quarnerinsel Pag.) Prir. istr. Jug. akad. 19, Zagreb.
- Horvatić S., 1957, Pflanzengeographische Gliederung des Karstes Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslaviens, Acta Bot. Croatica 16, Zagreb.
- Horvatić S., 1957, Geographisch-typologische Gliederung der Niederungs-Wiesen und -Weiden Kroatiens, Angew. Pflanzensoziologie 15, Stolzenau Weser.
- Kitanov B., 1956, Vrhu tipa na pliocenskata i pleistocenskata rastitelnost v Sofijsko i vzrastta na lozenecite naslaga (Über den Typ der Pliozän- und Pleistozänvegetation in der Ebene von Sofia und das Alter der Ablagerungen von Lozenec), Izv. bot. inst. 5, Sofia.
- Knapp R., 1937, Über die Gliederung der Vegetation von Nordamerika, Geob. Mitt. 4, Köln.
- Košanin N., 1923, Život tercijarnih biljaka u danasnoj flori, Glas. SAN. 107, Beograd.
- Kryštofovič A., 1946, Evolucia rastitelnogo pokrova v geologičeskom prošlom i ee osnovne faktori (Evolution of the vegetation through the ages), Mater. ist. flori i rastitel. SSSR. 2, Moskva — Leningrad.
- Lüdi W., 1935, Beitrag zur regionalen Vegetationsgliederung der Apenninenhalbinsel, Veröff. Geob. Inst. Rübel 12, Zürich.

- Lüdi W., 1958, Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen.
Veröff. Geob. Inst. Rübel 27, Zürich.
- Markgraf F., 1932, Pflanzengeographie von Albanien, Biol. Bot. 105, Stuttgart.
- Mägdefrau K., 1942, Paläobiologie der Pflanzen, Jena.
- Mädler K., 1939, Die pliozäne Flora von Frankfurt a/M. Abh. Senck. Naturf. Ges. 446.
- Novak F. A., 1928, Quelques remarques relatives au problème de la végétation sur les terrains serpentiniques, Preslia 6, Praha.
- Pantić N. K., 1956, Biostratigrafija tercijarne flore Srbije (Biostratigraphie des flores tertiaires de Serbie), Geol. an. Balk. pol. 24, Beograd.
- Pevalsek I., 1924, Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji (Geobotanische und algologische Erforschung der Moore in Kroatien und Slovenien), Rad. Jug. akad. 230, Zagreb.
- Pilar D., 1883, Flora fossilis Susedana, Zagreb.
- Pop E., 1936, Flora pliocenica de la Borsec, Cluj.
- Pop E., 1957, Palinologijska istraživanja u Rumuniji i ih glavne rezultati (Les recherches pollénologiques en Roumanie et leurs résultats), Bot. žurn. 42, Moskva-Leningrad.
- Rechinger K. H., fil., 1951, Phytogeographia Aegaea, Denk. Akad. Wiss. 105, Wien.
- Rudolph K., 1931, Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldgeschichte Mitteleuropas, Beih. Bot. Zentr. 47 (1930).
- Stefanov B. u. Jordanov D., 1935, Studies upon the pliocene flora of the Pains of Sofia, Zborn. akad. 29, Sofia.
- Stojanov B., Stefanov B., 1929, Beitrag zur Kenntnis der Pliozänflora der Ebene von Sofia, Zbor. Bulg. Geol. Inst. 3, Sofia.
- Stojanov N., 1950, Učebnik po rastitelna geografija, Sofia.
- Szafer W., 1946, Zarys historii rozwoju flory Holarktydy (Outline of development of the Holarctic Flora), Roczn. Pol. Tow. Geol., Kraków.
- Szafer W., 1946-1947, Flora pliocenica z Krościenka nad Dunajcem (The Pliocene Flora of Krościenko in Poland), I, II. Pol. Akad. Nauk Wyd. mat.-przr., Kraków.
- Szafer W., 1954, Pliocene flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do pleistocenu (Pliocene Flora from the vicinity of Czorsztyn and its relationship to the Pleistocene), Inst. Geol. 11, Warszawa.
- Špoljarić W., 1952, Anatomsko i polenanalitička istraživanja nekih lignita iz sjeverne Hrvatske (Anatomical and pollenanalytical researches of some lignites in Northern Croatia), Jug. Ak. Nauka, Zagreb.
- Tüxen R., 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. florist.-sociol. Arbeitsgemein. in Niedersachsen, Heft. 3, Hannover.
- Turrill W. B., 1929, The plant-life of the Balkan-Peninsula, Oxford.
- Unger F., 1850, Die fossile Flora von Sotzka, Denk. Akad. Wiss. 2, Wien.
- Unger F., 1869, Die fossile Flora von Radoboj in ihrer Gesamtheit und ihren Verhältnissen zur Entwicklung der Vegetation in der Tertiärzeit, Denk. Akad. Wiss. 29, Wien.
- Visiani R., 1858, Piante fossili della Dalmazia, Mem. Inst. Ven. 7, Venezia.
- Wodziczko A., 1934, Torfowiska Bara na Zvijezda Planina w Bosni. Acta Soc. Bot. Pol. 11, (Suppl.), Warszawa.
- Wulf E. V., 1944, Istorijska geografija rastenij. Moskva-Leningrad.
- Zolyomi B., 1953, Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial. Acta Biol. Acad. Scien. Hung. 4, Budapest.

Badania nad absorpcją sacharozy przez epidermę *Allium cepa*

Researches on the absorption of sucrose by the epidermis of Allium cepa

ZOFIA TURNOWSKA-STARCK

Sacharoza jest związkiem, który przenika do żywych komórek wolniej od wielu innych związków organicznych (Collander, Bärtund (wg Bonnera i Galston)). O nieznacznym przenikaniu sacharozy do komórki świadczy pośrednio fakt powszechnego stosowania roztworu sacharozy jako plazmolityka. Te własności są uzależnione od braku ładunku elektrycznego cukrów oraz od małego powinowactwa do lipidów.

Phillis i Mason (1937), Weatherley (1954), Harley i Smith (1956), Collander (1957) wykazali, że absorpcja sacharozy jest procesem aktywnym i wymaga stałego dostarczania energii. W świetle licznych hipotez cukry mogą przemieszczać się w postaci estrów kwasu fosforowego (Dormer i Street 1949, Street i Lowe (1950), Le Fevre (wg Steinbacha 1951) i inni). Być może, że na powierzchni komórek znajdują się aktywne fosfatazy, które ułatwiają przenikanie cukrów do wnętrza komórki lub też biorą udział w tym procesie jakieś inne układy enzymatyczne. Danielli (1954), Burgström 1941 (wg Robertsona 1956), Harley i Smith (1956), Rothstein (1954) Säid 1948, stwierdzili na powierzchni komórek obecność enzymów, które dokonują inwersji sacharozy przed jej absorpcją.

W ostatnich latach ukazało się kilka prac wskazujących na jeszcze inną możliwość przenikania sacharozy przez plazmę. Gauch i Dugger (1953) po raz pierwszy zauważyli znacznie intensywniejsze przemieszczanie sacharozy znakowanej C^{14} u pomidorów i fasoli, gdy do roztworu cukru dodano 10 mg B na 1 l w postaci H_3BO_3 . W późniejszych pracach (Sisler, Dugger, Gauch 1956, Dugger, Humphrey, Calhoun 1957, Mitchell, Dugger, Gauch 1953, Nelson 1956, Mc Ilrath, Palser 1955, Gauch i Dugger 1954) również obserwowali pośredni lub bezpośredni wpływ boru na przemieszczanie węglowodanów.

Autorzy podają tu dwie alternatywy tego działania:

1. Bor może wpływać na sam proces przemieszczania cukrów dzięki łatwości, z jaką tworzy kompleksowe połączenia z grupami OH (Zittle 1951). W tym przypadku sacharoza mogłaby się przemieszczać jako ester kwasu borowego, który w roztworach wodnych dysocjuje tworząc aniony.

2. Bor może pośrednio wpływać na przemieszczanie cukrów poprzez oddziaływanie na biokoloidy plazmy. W świetle tej hipotezy należałoby się spodziewać wpływu boru na absorpcję cukrów.

Pierwsza hipoteza jest raczej mało prawdopodobna. Gdyby istniała możliwość przemieszczania boru wraz z cukrami, wówczas musiałby on wykazywać dużą zdolność do reutilizacji. Tymczasem bor jest pierwiastkiem wyjątkowo mało ruchliwym, czego między innymi dowodzi występowanie pierwszych objawów głodu borowego na najmłodszych częściach rośliny (Johnson i Fisher 1930, Szkolnik 1950, R. Starck 1955).

Zeigler (1956) analizując płyn wyciśnięty z floemu drzew stwierdził w nim minimalne ilości boru, co również pośrednio zaprzecza hipotezie o wędrówce kompleksów cukrowo-borowych.

W świetle powyższych faktów pozostaje druga możliwość — wpływu boru na przepuszczalność plazmy.

Rozstrzygnięcie tego zagadnienia nastręcza bardzo poważne trudności metodyczne, nie dysponujemy bowiem ścisłymi metodami bezpośredniego badania przepuszczalności plazmy. Najczęściej, poza metodami plazmolitycznymi, uciekać się musimy do pomiarów absorpcji sacharozy przez poszczególne organy, tkanki albo komórki.

O'Kelley (1957) wykazał, że bor dodany do roztworu sacharozy w ilości 10 mg/l wpływa w dość nieznacznym stopniu na absorpcję sacharozy i glukozy przez ziarna pyłku *Tecoma radicans*, natomiast wywiera ujemny wpływ na przenikanie fruktozy. Podobne zależności stwierdzono przy 1 i 100 mg B/l.

W niniejszej pracy przebadano wpływ boru i fosforu na absorpcję sacharozy. Ponadto chodziło o zbadanie wpływu boru na przenikanie cukrów, zależnie od oświetlenia, do komórek nie asymilujących dwutlenku węgla. Jako obiekt wybrano skórkę cebuli. Jest to tkanka jednowarstwowa, co wyklucza możliwość przenikania roztworu sacharozy do przestworów międzykomórkowych.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Metoda badań

Doświadczenia prowadzono w miesiącach zimowych na epidermie pochodzącej z wewnętrznej strony łusek cebuli, odmiany Wolskiej, przechowywanej w chłodni. Wybierano cebule w przybliżeniu jednakowej wielkości i kształtu (ok. 150—200 g). Próbkę do wszystkich kombinacji pochodziły z tych samych cebul. Zależnie od ilości kombinacji (6 lub 8) cebule dzielono na 6 lub 8 równych sektorów. Z każdego z nich zrywano tylko jedną określoną łuskę. W ten sposób próbka składała się z 6 lub 8 łusek pochodzących z różnych cebul.

Świeżo oderwana skórka była natychmiast ważona na wadze analitycznej (półautomatycznej) i zanurzana w odpowiednim roztworze. Wszystkie czynności

(zdzieranie skórki, ważenie i umieszczanie w roztworze) trwały nie dłużej niż 5 min. Łuski umieszczano w małych szalkach Petriego dbając o to, by były one całkowicie zanurzone i nie pozwijane. W każdej szalce umieszczono 2 lub 3 skórki. W ten sposób materiał stanowiący jedną próbkę znajdował się w trzech szalkach. Roztwory do doświadczeń przygotowywano z wody destylowanej, przedmuchiwanej przez 30 min. powietrzem (chodziło o nasycenie ich tlenem).

W celu ujednolicenia temperatury i wilgotności szalki przykrywano zlewką na 250 ml i umieszczano w łaźni wodnej z termoregulacją. Temperatura wynosiła $30^{\circ} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Czas przebywania w różnych roztworach w większości doświadczeń wynosił 4 godz.

Po tym okresie łuski wyjmowano pensetą, opłukiwano wodą destylowaną i zabijano we wrzącym 80⁰/₀ alkoholu. Przed przystąpieniem do analizy materiału odparowywano alkohol, skórki rozcierano w szklanym homogenizatorze. Materiał poddawano hydrolizie 2—3⁰/₀ HCl przez 3 godziny i cukry oznaczano jodometrycznie mikrometodą Fuita Akiji i Danzo Iwatake (1931).

Wyniki wyrażono w mg cukrów prostych przypadających na 1 g świeżej masy skórek.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Doświadczenia wstępne

Przed przystąpieniem do badań właściwych przeprowadzano doświadczenia o charakterze metodycznym. Początkowo do jednej próbki brano tylko jedną skórkę z jednego sektora cebuli, lecz w tym przypadku otrzymano bardzo duże rozbieżności w absorpcji cukru pomiędzy powtórzeniami. Wynikało to w dużej mierze z różnic indywidualnych poszczególnych cebul. Średnie obliczone z dwunastu powtórzeń zestawione są w tabeli 1. Wielkość absorpcji obliczano z różnicy zawartości cukrów w łuskach umieszczonych w roztworze sacharozy i w wodzie.

Tabela 1

Absorpcja sacharozy przez epidermę *Allium cepa*

Zawartość cukrów w mg na 1 g świeżej masy				Absorpcja sacharozy	
po 3 godz. w wodzie		po 3 godz. w sacharozie		w mg na 1 g świeżej masy	
średnio	maks. odchylenia	średnio	maks. odchylenia	średnio	maks. odchylenia
47,00	67,95—40,32	90,01	132,45—60,44	43,01	86,46—12,11

W tych doświadczeniach absorpcja przewyższała w niektórych przypadkach 3-krotnie zawartość cukrów w łuskach kontrolnych. Przy stosowaniu próbek pochodzących z 8 różnych cebul nie było takiej rozbieżności między powtórzeniami.

Powierzchnia epidermy po oderwaniu od łuski jest chropowata, pozostają na niej resztki porożywanych komórek miękiszowych łuski. Zachodziła obawa, że

te właśnie uszkodzone strzępki tkanki mogą adsorbować pewną część sacharozy zwiększając w ten sposób ilość pobranych z roztworu cukrów. W celu sprawdzenia takiej możliwości zanurzono całe łuski do 100% sacharozy na 3 godziny (po 8 łusek) z nieoderwaną epidermą. Po tym czasie skórę delikatnie zdarto z każdej łuski, wypłukano w wodzie destylowanej i oznaczono zawartość cukrów. Kontrolę stanowiły łuski umieszczone w wodzie.

Dane ilustruje tabela 2 stanowiąca średnie z 8 powtórzeń.

Tabela 2

Absorpcja sacharozy przez epidermę *Allium cepa*
(skórki nie oddzielone od łusek w czasie absorpcji)

mg cukrów na 1 g świeżej masy		Absorpcja w mg na 1 g św. m.
w wodzie	w 100% sacharozie	
18,84	26,94	8,10

Z porównania wyników tego doświadczenia z danymi zestawionymi w tabeli 1 wynika, że cukry przenikają w znacznie większej ilości przez powierzchnię oderwaną od łuski lub też że w tym doświadczeniu część cukrów przemieściła się ze skórki do mięsistej łuski. Dlatego też w dalszych doświadczeniach nie pracowano z całymi łuskami. Nasunęła się więc konieczność oceny ilości cukrów znajdujących się w mikrokapilarach błon komórkowych i w zniszczonych strzępkach warstwy komórek przylegających do łuski. W tym celu oderwane skórki umieszczano na 3 godziny w 100% sacharozie lub w wodzie. Część próbek płukano tylko 3-krotnie wodą destylowaną i zabijano. Pozostałe próbki po ostatnim płukaniu przetrzymywano przez 5 minut w kąpeli wodnej celem odpłukania cukrów, które nie przeniknęły do plazmy. Różnice w zawartości cukrów w próbkach trzymanyh w sacharozie i w wodzie przeliczone na 1 g świeżej masy skórki przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

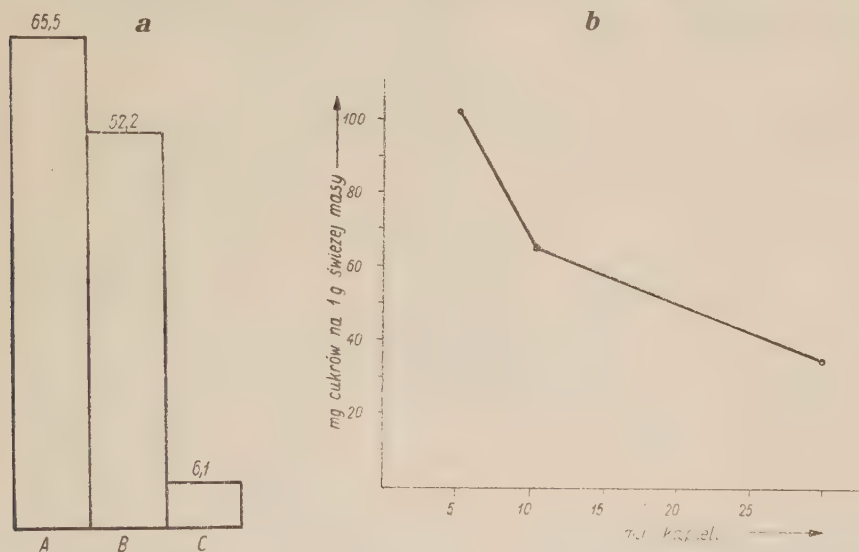
Wpływ płukania na desorpcję cukrów z epidermy cebuli

Różnice w zawartości cukrów w próbkach trzymanyh w sacharozie
i w wodzie w mg cukrów prostych na 1 g św. m.

Sposób płukania	Powtórzenia				Średnio
	I	II	III	IV	
Płukane 3-krotnie	132,09	120,33	240,13	199,37	172,98
Dodatkowo 5 min. kąpeli	44,56	51,81	83,44	79,61	64,85

Z tabeli 3 wynika, że w obu przypadkach jest duża rozbieżność między powtórzeniami, jednak wielkość absorpcji jest przeszło 2,5 razy większa w przypadku, gdy epidermę po wyjęciu z sacharozy opłukano tylko powierzchniowo. Wynika z tego, że duża część cukrów, którą wykrywano w skórkach po powierzchniowym przepłukaniu, nie przeniknęła przez żywą plazmę do wnętrza komórki.

Nasunęła się z kolei konieczność przebadania czasu potrzebnego do usunięcia cukrów nie zaabsorbowanych przez plazmę. W tym celu skórki zanurzono na 4 godziny w roztworze sacharozy lub w wodzie, a następnie po trzykrotnym przepłukaniu powierzchniowym przetrzymywano je przez 30 minut w wodzie w następujący sposób: skórki trzymano w trzech wodach, przy czym w pierwszej przetrzymywano je 5 minut, w drugiej również 5 minut, a w trzeciej 20 minut. Wszystkie trzy roztwory analizowano, a ilość zanalizowanych cukrów po ostatnim płukaniu podzielono przez 4. W ten sposób obliczono przybliżoną szybkość wypłukiwania cukrów w ciągu 5 minut. Tak obliczona średnia szybkość obciążona jest dużym błędem, gdyż tempo wypłukiwania cukrów w ciągu całego czasu (20 min.) najprawdopodobniej nie było jednakowe. Gdyby można było uwzględnić to na wykresie.



Ryc. 1. **a** — Szybkość wypłukiwania cukrów z epidejmy *A. cepa* z przeliczeniu na 1 g św. masy i na 5 min. (w mg cukrów prostych). A — po 5 min. kąpieli; B — po następnych 5 min. kąpieli; C — po następnych 20 min. kąpieli.

b — Wielkość absorpcji sacharozy po różnym czasie kąpieli.

a — The rate of washing out sugars from the epidermis of *A. cepa* calculated for 1 g of fresh mass and 5 min. (in mg of simple sugars). A — after 5 minutes bath; B — after next 5 min. bath; C — after next 20 min. bath.

b — The intensity of absorption of sucrose after different bath time

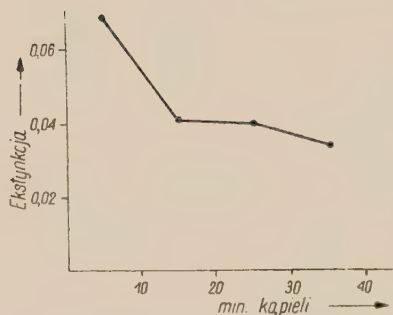
różnice między ilością wypłukanych cukrów w kolejnych 5 minutowych odstępach czasu byłyby jeszcze większe. Otrzymane wielkości zilustrowano na ryc. 1a.

Na ryc. 1b zobrazowano wielkość absorpcji cukrów w skórkach po różnym czasie kąpieli w wielkościach bezwzględnych. Z obu wykresów wynika, że najwięcej cukrów wypłukuje się w ciągu pierwszych 10—15 minut, po czym intensywność desorpcji słabnie. Nasuwa to przypuszczenie, że po zbyt długotrwałej kąpieli obserwuje się przechodzenie cukrów z plazmy do roztworu zewnętrznego.

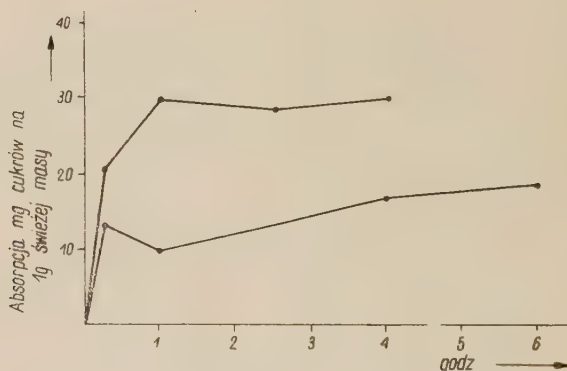
Aby mieć dodatkową kontrolę przebiegu tego procesu, przetrzymywano skórki cebuli przez godzinę w 1:50 000 wodnym roztworze błękitu metylenowego. Po tym czasie przenoszono skórki do kąpeli wodnej kolejno na 5 min. i trzykrotnie po 10 minut. W wodzie po każdorazowej kąpeli oznaczano kolorometrycznie ilość barwnika, przy zastosowaniu kolorymetru Leitza.

Wyniki przedstawiono na ryc. 2. Ponieważ w obu przypadkach najwięcej wypłukuje się związków w ciągu pierwszych 5—15 min., dlatego też we wszystkich dalszych doświadczeniach skórki płukano 3-krotnie wodą i przetrzymywano 15 min. w kąpeli wodnej. Chcąc dokładniej poznać charakter absorpcji cukrów w tych doświadczeniach przebadano dynamikę pochłaniania sacharozy z 50% roztworu.

Wyniki dwóch takich doświadczeń zilustrowane są na ryc. 3, na której podano średnie arytmetyczne z 4 powtórzeń. Jedno doświadczenie trwało 4 godz., a następne



Ryc. 2. Wyplukiwanie błękitu metylenowego z epidermy *A. cepa*
The washing out of methylene blue from the epidermis *A. cepa*



Ryc. 3. Dynamika absorpcji sacharozy przez epidermę *A. cepa* (dośw. z 21.I.1958 i 7.II.1958)
Absorption dynamics of sucrose by the epidermis of *A. cepa* (experiment from 21.I.1958 and 7.2.1958)

6 godz. Na obu krzywych zarysowuje się gwałtowna absorpcja w ciągu pierwszych 15 minut do 1 godziny, po czym szybkość gromadzenia cukrów maleje, choć w bezwzględnych wartościach absorpcja wzrasta nieznacznie nawet w ciągu piątej i szóstej godziny.

Taki przebieg krzywej nie wskazuje wyraźnie na aktywny transport cukru i dlatego przebadano jeszcze wpływ temperatury. Doświadczenia prowadzono w 10° i 30°C, zanurzając skórki cebuli na 4 godziny w 50% roztworze sacharozy i w wodzie. Wyniki zebrano w tabeli 4.

Z liczb przytoczonych w tabeli 4 wynika, że przenikanie cukrów zależy w sposób widoczny (i statystycznie udowodniony) od temperatury. Przy wzroście temperatury o 20°C prawie dwukrotnie wzrosła absorpcja sacharozy.

Tabela 4

Wpływ temperatury na absorpcję sacharozy przez epidermę cebuli

20.III.58

Temperatura w °C	Absorpcja cukrów w mg na 1 g świeżej masy				Średnio
	I	II	III	IV	
10±1°	6,66	7,16	14,58	10,39	9,70*
30±0,5°	13,05	13,36	20,48	22,05	17,24*

Powtórzenie I i II z jednej ósemki cebul; powtórzenie III i IV z drugiej ósemki cebuli.

Obliczenia statystyczne wykonano na podstawie analizy zmienności przy pomocy „F” Snedecora.

* Różnice udowodnione przy $P = 0,05$.

Przedział ufności przy $P_{0,05} = 7,26$.

Błąd dośw. $\mu_x = 2,97$.

Wpływ boru na absorpcję sacharozy

W tych doświadczeniach zastosowano metodykę wyżej opisaną. Skórki zanurzone w następujących płynach:

woda

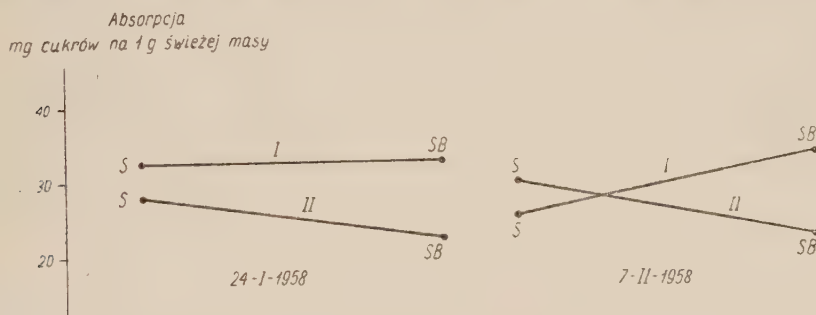
woda + kwas borowy (10 lub 50 mg B/l)

50/0 sacharoza

50/0 sacharoza + kwas borowy (analogicznie 10 lub 50 mg B/l)

W pierwszym doświadczeniu badano łączny wpływ boru i oświetlenia.

Jako źródło światła zastosowano dwie lampy jarzeniowe i 2 żarówki lustrzane 500 watowe. Natężenie światła, po przejściu przez 3 cm warstwę wody i szkło

Ryc. 4. Wpływ światła i boru na absorpcję sacharozy przez epidermę *Allium cepa*

S — sacharoza; SB — sacharoza + bor H_3BO_3 ; I — światło; II — ciemność; 24.I dodawano 10 mg B/l; 7.II dodawano 50 mg B/l

The influence of light and boron on sucrose absorption by the epidermis of *Allium cepa* S sucrose; SB sucrose + boron as H_3BO_3 ; I — light; II — darkness; 24th Jan — 10 mg.B/l. was added; 7th Febr. — 50 mg. B/l was added

zlewki nakrywającej szalki wynosiło około 18 tys. luksów (pomiar luksomierzem prod. radzieckiej typ O.L.3). Próbkę w ciemności oślaniano takimi samymi zlewkami pomalowanymi na czarno. Ponieważ wszystkie próbki znajdowały się w łaźni

wodnej z termoregulacją, utrzymywano jednakową temperaturę i wilgotność w serii na świetle i w ciemności.

Wyniki z dwóch doświadczeń, w których dawano różną dawkę boru, zilustrowano na ryc. 4.

Z przedstawionego wykresu wynika, że wpływ boru różnił się w zależności od oświetlenia. W ciemności dodatek tego mikroelementu nie zmieniał (lub b. nieznacznie zmniejszał) absorpcji, natomiast na świetle, również nieznacznie, zwiększał. Różnice w absorpcji *S* i *SB* zarówno na świetle, jak i w ciemności, są nieudowodnione, natomiast różnice między kombinacjami *SB* światło i *SB* ciemność są udowodnione przy $P = 0,05$ w doświadczeniu z dn. 7.II. Przedział ufności dla tych kombinacji wynosi 8,65, a błąd $\mu_x = 3,76$.

Tabela 5

Wpływ różnych dawek boru na absorpcję sacharozy przez epidermę cebuli

Absorpcja w mg cukrów na 1 g św. m. epidermy 30.1.58

Roztwory	Powtórzenia				Średnio
	I	II	III	IV	
50/0 sacharoza	34,68	31,69	36,70	36,08	34,79*
50/0 sacharoza + 10 mg B/l	35,95	42,20	50,29	55,72	46,04*
50/0 sacharoza + 50 mg B/l	49,22	38,59	53,26	45,16	46,56*

* Przedział ufności = 10,1.

Błąd dośw. $\mu_x = 4,48$.

W doświadczeniu z dn. 24.I przebieg absorpcji jest bardzo podobny; tu również największe różnice widać między kombinacjami *SB* światło i *SB* ciemność, jednak nie są one udowodnione statystycznie ze względu na dużo większy błąd doświadczenia $\mu_x = 6,27$. Pozostałe różnice w obu doświadczeniach leżą w granicach błędu doświadczeń. Następne doświadczenia przeprowadzono w ciemności stosując dawkę 10 i 50 mg B/l. Chodziło o uzyskanie dodatkowych danych, jak wpływa bor na absorpcję sacharozy. W tym doświadczeniu udowodniono wpływ boru przy obu dawkach przy $P = 0,05$ i nie stwierdzono różnic pomiędzy dawkami B, co uwidocznione jest w tabeli 5.

Tabela 6

Wpływ boru na absorpcję sacharozy przez epidermę cebuli

(w mg cukrów na 1 g świeżej masy)

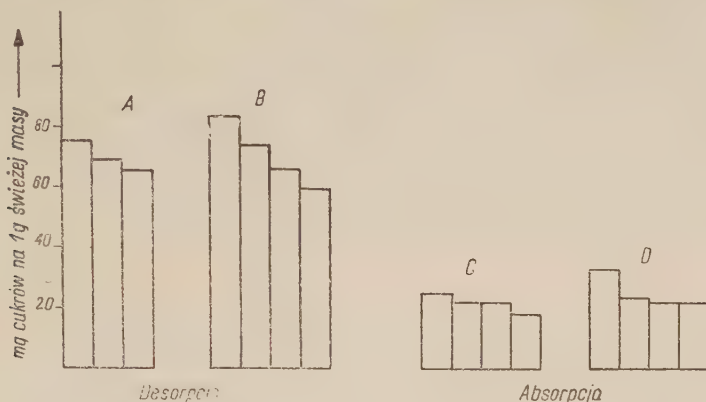
14.II.58

Roztwór	Powtórzenia						Średnia
	I	II	III	IV	V	VI	
50/0 sacharoza	23,81	26,18	11,02	27,17	18,79	23,31	21,71
50/0 sacharoza + 50 mg B/l	17,26	20,64	24,47	11,71	17,64	16,01	17,75

Błąd dośw. $\mu_x = 3,01$.

Ponieważ wyniki tego doświadczenia nie pokrywają się z poprzednimi danymi, przebadano ponownie wpływ boru w ciemności, stosując 50 mg B/l roztworu. Doświadczenie wykonano w 6 powtórzeniach, lecz nie stwierdzono wpływu boru na absorpcję sacharozy. Wyniki zebrano w tabeli 6.

W następnym doświadczeniu sprawdzono, czy bor nie wpływa na przenikanie cukrów z komórki do wody podczas 15 minut płukania. W tym celu przeanalizowano wodę po 15 minutach kąpieli. Diagramy na ryc. 5 wskazują na nieomal



Ryc. 5. Wpływ boru na absorpcję i desorpcję sacharozy z epidermy *Allium cepa*

Desorpcja: zawartość cukrów w wodzie po 15 min kąpieli, przeliczona na 1 g świeżej masy łusek płukanych. A — po epidermie zanurzonej w 5% sacharozie; B — po epidermie zanurzonej w 5% sacharozie + 50 mg B/l. Absorpcja: C — epiderma zanurzona w 5% sacharozie, D — epiderma zanurzona w 5% sacharozie + 50 mg B/l Graph 6

The influence of boron on the absorption and desorption of sucrose from the epidermis of *Allium cepa*

Desorption: the content of sugars in water after 15 minutes bath calculated into 1 g of washed epidermis A — after immersion in 5% sucrose; B — after immersion in 5% sucrose + 50 mg B/l. Absorption: C — epidermis immersed in 5% sucrose; D — epidermis immersed in 5% sucrose + 50 mg B/l

identycznie przebiegający proces wymywania cukrów w obu kombinacjach. W epidermie cebuli z kombinacji S i SB stwierdzono zbliżoną absorpcję w obu przypadkach. Analiza wody po płukaniu również nie pozwala wnioskować o różnej przepuszczalności plazmy przy wprowadzeniu boru do komórek.

WPŁYW FOSFORANÓW NA ABSORPCJĘ SACHAROZY

Przebadano wielkość absorpcji sacharozy z roztworu, do którego dodawano różne fosforany. Zastosowana metodyka w niczym nie odbiegała od opisanej poprzednio w doświadczeniach metodycznych. Epidermę zanurzano w następujących roztworach:

woda

woda + $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1 g P w 100 ml)

woda + 50/0 sacharoza

woda + 50/0 sacharoza + $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1 g P w 100 ml)

Liczby zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Wpływ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ na absorpcję sacharozy przez epidermę cebuli
(w mg cukrów na 1 g świeżej masy) 29.I.58

Roztwór	Powtórzenia				Średnio
	I	II	III	IV	
50% sacharoza	30,39	30,87	34,19	42,76	34,55
50% sacharoza + 0,50% $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	24,77	23,27	—	—	24,02

Z tych danych wynika, że dodatek NaH_2PO_4 do 50% sacharozy obniża ilość zaadsorbowanych cukrów. Ponieważ jednak mamy tu tylko dwa powtórzenia tej kombinacji, na ich podstawie nie można opierać żadnych pewnych wniosków. Dlatego też powtórzono analogiczne doświadczenie stosując fosforan potasu i wapnia. Do doświadczeń przygotowano 6 różnych roztworów:

	pH
woda	5,5
50% sacharoza	5,5
woda + $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	— 0,05 g P na 100 ml — 3,2
50% sacharoza + $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	— 0,05 g P na 100 ml — 3,2
woda + KH_2PO_4	— 0,05 g P na 100 ml — 4,6
50% sacharoza + KH_2PO_4	— 0,05 g P na 100 ml — 4,5

Obawiając się zbyt dużego wzrostu wartości osmotycznej stosowanych roztworów, wprowadzono — jak widać z powyższych liczb — dwukrotnie mniejszą ilość P(0,05 g P na 100 ml zamiast 0,1 g P na 100 ml.)

Tabela 8

Wpływ KH_2PO_4 i $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ na absorpcję sacharozy
przez epidermę cebuli
(w mg cukrów na 1 g świeżej masy) 4.II.58

Roztwór	Powtórzenia				Średnio
	I	II	III	IV	
50% sacharoza pH = 5,5	24,03	31,23	40,57	37,90	33,43
50% sacharoza + KH_2PO_4 pH = 4,5	19,93	23,65	39,44	18,58	25,40
50% sacharoza + $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ pH = 3,2	10,31	19,76	16,71	9,79	14,14*

* Przedział ufności = 13,5.

Błąd dośw. $\mu_x = 6,1$.

Tabela 8 ilustrująca absorpcję sacharozy w poszczególnych kombinacjach wskazuje na istotne różnice w kombinacji z fosforanem wapnia. Różnice spowodowane dodatkiem fosforanu potasu nie są udowodnione statystycznie, jednak

przejawia się tu taka sama prawidłowość jak w doświadczeniu poprzednim, niezależnie od obniżonej dawki fosforu.

Nieznaczne obniżenie absorpcji spowodowane obecnością fosforanów nie jest raczej uwarunkowane wpływem tych soli na intensywność oddychania. Wynika to z porównania zawartości cukrów w próbkach zanurzonych w wodzie (średnio 32,24 mg na 1 g świeżej masy) i w wodzie z dodatkiem fosforanów (średnio 30,27 mg na 1 g św. masy). W doświadczeniu, w którym stosowano NaH_2PO_4 , analogiczne różnice pomiędzy średnimi nie przekraczały 2 mg na 1 g świeżej masy skórek.

By sprawdzić, w jakim stopniu wyniki uwarunkowane są niejednakowym pH roztworów, przeprowadzono doświadczenie, w którym doprowadzono do zbliżonego pH przy pomocy 0,1 n KOH (stosunek wagowy $\text{Ca} : \text{K} = 32 : 5,4$). Zawartość P wynosiła 0,05 g na 100 ml jak w doświadczeniu poprzednim.

Roztwór z KH_2PO_4 również zalkalizowano 0,2 ml 0,1 n KOH doprowadzając do $\text{pH} = 5,5$. Dla kontroli i w tym doświadczeniu zachowano kombinację z $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o $\text{pH} = 3,1$. Wyniki zebrane są w tabeli 9.

T a b e l a 9
Wpływ KH_2PO_4 i $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ na absorpcję sacharozy
(w mg cukrów na 1 g świeżej masy)

14.III.58

Roztwór	Powtórzenia				Średnio
	I	II	III	IV	
50/0 sacharoza, $\text{pH} = 5,5$	10,87	15,57	15,94	27,76	17,53
50/0 sacharoza + KH_2PO_4 zobojętn. do $\text{pH} = 5,1$ przy pomocy KOH	13,91	8,01	12,71	17,80	13,11
50/0 sacharoza + $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ zoboj. KOH do $\text{pH} = 5,1$	8,48	10,02	7,55	6,28	8,08
50/0 sacharoza + $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{pH} = 3,1$	7,45	4,72	8,71	8,11	7,25

Przedział ufności = 6,60.

Błąd dośw. $\mu_x = 3,03$.

Jak widać, niezależnie od wartości pH, cukry w obecności $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ przenikają do komórek w znacznie mniejszych ilościach, co zostało udowodnione przy $P = 0,01$. I tym razem obecność fosforanu potasu nieznacznie osłabiła absorpcję, choć różnice nie są statystycznie udowodnione ze względu na duży błąd doświadczenia.

DYSKUSJA

Doświadczenia, z których chcemy wnioskować o wpływie jakiegoś czynnika na przepuszczalność plazmy, są niezmiernie trudne do interpretacji. Wynika to

przede wszystkim z rozbieżnych poglądów na temat samej przepuszczalności. Dziś coraz rzadziej mówi się o przepuszczalności w klasycznym ujęciu, bez uwzględniania charakteru danego związku i sił warunkujących jego przenikanie do komórki. Zamiast statycznego pojęcia przepuszczalności coraz częściej mówi się o transporcie aktywnym danej substancji lub o jej biernym przenikaniu przez plazmę głównie na zasadzie dyfuzji.

Stern 1949 (wg Kramera) przypuszcza, że decydującym czynnikiem przy przenikaniu związków są nie fizyczne własności błony komórkowej i plazmatycznej, nie porowatość ani nawet nie struktura chemiczna, lecz raczej metaboliczny charakter towarzyszący temu procesowi.

Przenikanie sacharozy do komórki zachodzi najprawdopodobniej stopniowo, w trzech zasadniczych fazach:

1. Bierny ruch cząsteczek poprzez błonę komórkową do powierzchni protoplazmy (tu dużą rolę odgrywa najprawdopodobniej dyfuzja).
2. Pokonanie oporu, jaki stawia plasmolema.
3. Aktywny transport sacharozy przez mezoplazmę i tonoplast. Te 2 fazy ruchu wymagają nakładu energii pochodzącej z procesu oddychania i odbywają się, być może, przy udziale specjalnych nośników (carrier).

By móc odpowiedzieć na postawione w pracy pytanie, jak wpływa bor i fosfor na przenikanie sacharozy do komórek epidermy cebuli, należałoby przebadać tylko drugą i trzecią fazę ruchu. Niestety takie badania nastroczają poważne trudności, często nie do pokonania. Dlatego też, by ocenić wyniki przedstawione powyżej, należy przeanalizować, jaki charakter ma absorpcja opisana w tych doświadczeniach i czy mamy tu prawo mówić o aktywnym przenikaniu sacharozy.

Fizyczny proces absorpcji przebiega gwałtownie w pierwszych minutach, po czym szybko słabnie i dalszego wzrostu nieomal się nie obserwuje. Krzywa absorpcji ma charakter krzywej logarytmicznej. Pierwszy etap pobierania składników mineralnych odbywa się na drodze adsorpcji. Kiełki pszenicy umieszczone w roztworze octanu ołowiu w ciągu 10 minut adsorbowały 2/3 tej ilości soli, którą nagromadziły w ciągu 22 godzin (Sabinin 1934, Kołosow 1935 wg Sabinina). Adsorpcja nie zależy też od temperatury (Sabinin 1955).

Tymczasem na podstawie własnych doświadczeń stwierdzono wyraźny wpływ temperatury na gromadzenie sacharozy w epidermie cebuli. Wynika to nie tylko ze wzmożonego oddychania. Wyższa temperatura powoduje też zmiany w samej strukturze plazmy (zmiana lepkości, szybsze ruchy Browna). Niezależnie od tego jak należy interpretować wzmożoną absorpcję w wyższej temperaturze, wskazuje ona na aktywny proces przenikania sacharozy do epidermy.

Na rycinie 3 punkt ilustrujący absorpcję po 15 minutach jest nieco przesunięty ku górze na skutek dużego odskoku jednego z powtórzeń. Dlatego też pozornie absorpcja po 1 godzinie jest mniejsza niż po 15 minutach, co leży w granicach błędu. W ciągu dalszych godzin absorpcja nadal wzrasta, lecz bardzo nieznacznie. Tłumaczy to częściowo fakt, że cukry nagromadzone w komórkach

epidermy nigdzie nie są przemieszczane i dlatego następuje zahamowanie, a przynajmniej zwolnienie dalszego ich pobierania. Tym niemniej duża absorpcja w ciągu pierwszych minut (ok. 70% cukrów pobranych w ciągu 4 godzin) nasuwa przypuszczenie o podobieństwie opisywanego procesu do procesu adsorpcji lub sorpcji wymiennej, która zdaniem Sabinina jest pierwszym etapem pobierania składników mineralnych. Z drugiej strony wydaje się, że przenikanie cukru w opisanych doświadczeniach jest procesem bardziej złożonym, gdyż skórki zanurzone na 15 minut w roztworze sacharozy, a następnie poddawane 15-min. kąpeli zatrzymywały znaczne ilości cukrów, pomimo jednakowego czasu absorpcji i desorpcji.

Duża absorpcja obserwowana w pierwszych 15 minutach nasuwa przypuszczenie, że niemałą rolę w obserwowanym tu zjawisku odegrała pierwsza faza biernego przenikania cukrów. Świadczy o tym ogromna absorpcja obserwowana w początkowych doświadczeniach, w których epidermy nie poddawano 15 min. kąpeli. Wówczas dominujący udział w ogólnej absorpcji miała najprawdopodobniej adsorpcja powierzchniowa w mikrokapilarach błon komórkowych oraz na strzępkach porozrywanej tkanki miękkiszowej.

Zagadnienie wpływu światła na przepuszczalność plazmy nie jest jednoznacznie przedstawiona w literaturze. Obok wielu autorów (Hoagland 1924, Lepeschkin 1930, Phillis i Mason 1937), którzy stwierdzili wzrost przepuszczalności plazmy dla różnych substancji na świetle, Weatherley (1954) dochodzi do odmiennych wniosków. Badając absorpcję sacharozy przez dyski z liści w warunkach jednakowej temperatury i wilgotności, w ciemności i na świetle, nie stwierdził żadnych istotnych różnic.

W niniejszej pracy nie stwierdzono wpływu światła na przenikanie cukrów do epidermy cebuli. Być może, że zatarły się one przez duży błąd doświadczenia. Różnice stwierdzono jedynie przy łącznym działaniu światła i boru, w porównaniu bor-ciemność, choć biologicznie jest to trudne do wyjaśnienia. Być może, w naszych doświadczeniach zbyt mało dochodziło do badanych tkanek promieni ultrafioletowych i fioletowych, które zdaniem Lepeschkina w największym stopniu wpływają na przepuszczalność plazmy.

Rola boru w przemieszczeniu i absorpcji cukrów w literaturze interpretowana jest bardzo różnie. Nie wszyscy autorzy potwierdzają wpływ boru na przemieszczanie cukrów. Skok (1957) prowadząc doświadczenia na słoneczniku nie potwierdził doświadczeń Gaucha, Duggera i innych.

Z zestawienia literatury dotyczącej fizjologicznej roli boru w przemieszczaniu związków organicznych wynika, że jest tu dużo problemów niejasnych i sporo sprzecznych faktów. Być może, że obserwowany w niektórych doświadczeniach wpływ tego mikroelementu jest przejawem wtórnego oddziaływania poprzez inne procesy fizjologiczne. Świadczy o tym pośrednio ogromna ilość procesów, na które wpływa ten mikroelement. Ponadto niejednoznaczne wyniki mogą też być spowodowane różną metodyką badań, tak ważną w zagadnieniach przepuszczalności plazmy.

Obniżona absorpcja sacharozy pod wpływem $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ jest najprawdopodobniej spowodowana zwiększeniem lepkości plazmy pod wpływem jonów wapnia. Niejasne jest natomiast, dlaczego dodatek fosforanów sodu i potasu powoduje ten sam efekt, choć znacznie słabiej wyrażony. Świadczy to, być może, o pośrednim wpływie fosforanów lub dodatku soli mającej pewną wartość osmotyczną na pobieranie cukrów. Podobne osłabienie absorpcji cukrów (glukozy) w obecności związków nieorganicznych P u siewek pszenicy zaobserwowali Vittorio P. V., Krotkow O, Reed G. B. (1955). Nasze wyniki mógł modyfikować fakt, że cebula do doświadczeń pochodziła z urodzajnej, dobrze zaopatrzonej w fosfor gleby. Dzięki temu w komórkach epidermy mogła znajdować się dostateczna ilość fosforanów koniecznych do przemian metabolicznych. Przeglądając wyniki w poszczególnych tabelach, widać dużą zmienność absorpcji w różnych doświadczeniach. Zauważono, że cebula, brana do doświadczeń w końcu lutego, w marcu miała coraz mniejszą zdolność pobierania cukrów. Analogicznie do spadku zdolności absorpcyjnej malała zawartość cukrów w skórce.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Przebadano absorpcję sacharozy przez epidermę cebuli. W większości doświadczeń łuski cebuli zanurzano w 50% roztworze sacharozy na okres 4 godzin, w temperaturze 30°C. Stwierdzono, że absorpcja wzrasta niemal dwukrotnie przy podwyższeniu temperatury z 10 do 30°C. W ciągu pierwszych 15 minut przenikało do komórek około 70% cukru w stosunku do ilości, którą stwierdzono po 4 godzinach. Te dwa wyniki doświadczeń wskazują na trudności w interpretacji tego typu badań. Jest tu brak dostatecznej ilości kryteriów pozwalających obserwowaną absorpcję sacharozy zaliczyć do procesu aktywnego.

Przeprowadzono doświadczenia, w których do roztworu sacharozy dodawano bor, fosforan wapnia, potasu i sodu. W większości doświadczeń nie stwierdzono wpływu boru na wielkość absorpcji i desorpcji cukrów. Natomiast fosforan wapnia wyraźnie utrudniał przenikanie cukru do komórek epidermy. Podobna prawidłowość występuje pod wpływem fosforanu potasu i sodu. Nasuwa to przypuszczenie, że ujemny wpływ na przenikanie cukru ma albo anion (fosforan), albo kation, a w danym przypadku wapń, albo obecność samej soli mającej pewną wartość osmotyczną. To zagadnienie jednak jest nadal niejasne i wymaga dalszych badań.

W świetle niniejszej pracy wydaje się, że we wszystkich doświadczeniach dotyczących przenikania jakichkolwiek związków do żywych komórek należy bardzo dokładnie scharakteryzować dany proces, gdyż często na skutek nieostrożnej interpretacji można dojść do krańcowo rozbieżnych wniosków.

Pani prof. dr H. Bireckiej serdecznie dziękuję za cenne wskazówki. Kol. mgrowi J. Tartowskiemu dziękuję również za pomoc okazaną mi w czasie wykonywania pracy.

SUMMARY

The absorption of sucrose by onion epidermis was examined. In most of the experiments the epidermis were immersed in a 50% solution of sucrose for a period of 4 hours. Then they were superficially rinsed and kept in a water bath for 15 minutes for desorption of sugars which had not penetrated into the protoplasm. Absorption was calculated from the difference of sugars content in epidermis put into sucrose and water.

A definite influence of temperature was observed (with the increase of temperature from 10° to 30°C absorption was almost doubled). The dependence of absorption on temperature proves a close connection of the investigated process with cell metabolism.

In investigating the absorption dynamics of sucrose it was observed that during the first 15 minutes about 70% of sugars, in relation to the quantity which was observed after 4 hours, penetrated into the cells. This may lead to the supposition that the observed process is reminiscent of physical absorption or exchange sorption. The adsorption of sugars on the surface of cell walls and in the microcapillaries of these walls probably takes place during the first few minutes. The greater part of the sugars is then washed out during 10—15 minutes in the water bath.

The results of these two experiments point out the difficulties of interpretation in this kind of work. It is difficult to establish a sufficient criterion for distinguishing whether the examined absorption of sucrose consists in active and not passive transport.

In a number of experiments H_3BO_3 was added to the solution of saccharose and to water in amounts of 10 or 50 mg B to the litre. In most experiments no definite influence of this microelement was observed either on the absorption or on the desorption of saccharose.

The addition of $Ca(H_2PO_4)_2$ distinctly lowered the absorption of sucrose both when pH = 3.1 and when pH = 5.1. Potassium and sodium phosphate showed a similar influence but much more weakly and this was not proved statistically. It may be supposed that the active factors are either cations (or at any rate calcium), phosphates, or merely the presence of salt which has a certain osmotic value.

The difference of opinions in literature on the influence of boron on the permeability of plasma and the influence of phosphorus on the absorption of sugars may be caused by the differences in experimental techniques which do not always account for the active transport of sugars.

LITERATURA

- Bonner J., Golston A. W., 1952, Principles of Plant Physiology.
Collander R., 1957, Annual Review of Plant Physiology 8: 335—348.
Danielli J. F., 1954, Active transport and secretion, Symposia of the society for experimental biology, VIII: 502—516, Cambridge Univ. Press.
Dugger W. M., Humphreys J. R., Calhoun B., 1957, Plant Physiol. 32: 364—370.
Dormer K. J., Street H. E., 1949, Annals of Botany 13 (49): 199—217.
Fujita Akiji, Danzo Iwatake, 1931, Biochem. Ztschrift. 242: 43—60.
Gauch H. G., Dugger W. M., 1953, Plant physiol. 28 (13): 457—466.

- Gauch H. G., Dugger W. M., 1954, The physiological action of boron in higher plants: a review and interpretation.
- Harley J. L., Smith D. S., 1956, *Annals of Botany* 20 (80): 513—543.
- Hoagland D. R., Davis A. R., 1924, *Journ. of general physiol.* 6: 46—62.
- Johnson E. S., Fisher P. L., 1930, *Plant physiol.* 5: 387—392.
- Kramer P. J., 1956, *Handbuch der Pflanzenphysiologie* 2: 358—367 (Ruhland).
- Lepeschkin W. W., 1930, *American Journ. of Botany* 17 (10): 953—970.
- Mitchell J. W., Dugger W. M., Hugh Gauch, 1953, *Science* 118 (3065): 354—355.
- Mc Ilrath W. J., Palser B. F., 1955, *Plant Physiology*, Supplement 30.
- Nelson C. D., 1956, *Plant Physiology*, Supplement 31.
- O'Kelley J. C., 1957, *American Journal of Botany* 44: 239—244.
- Phillis E., Mason T. G., 1937, *Annals of Botany* 1: 231—237.
- Rothstein A., 1954, Active transport and secretion, *Symposia of the society for experimental biology*, VIII: 165—202, Cambridge Univ. Press.
- Robertson R. N., 1956, *Handbuch der Pflanzenphysiologie* 2: 449—467 (Ruhland).
- Sabinin D. A., 1955, *Fizjologiczeskije osnovy pitaniya rastenij*, Moskwa.
- Säid H., 1948, *Nature* 162, 496.
- Sisler E. S., Dugger J. R., Hugh Gauch, 1956, *Plant Physiol.* 31: 11—17.
- Street H. E., Lowe J., 1950, *Annals of Botany* 55: 307—329.
- Skok J., 1957, *Plant Physiology* 32: 308—312.
- Steinbach H. B., 1951, *Annual Review of Plant Physiology* 2: 323—342.
- Starck R., 1955, *Acta Soc. Bot. Pol.* 24 (3): 675—691.
- Szkolnik M., 1950, *Znaczenie mikroelementow w zizni rastenij i w ziemledielii*, Moskwa, Leningrad, Izd. Ak. Nauk SSSR.
- Vittorio P. V., Krotkov., Reed G. B., 1955, *Biol. Abstract* 29694 vol. 29 (3).
- Weatherely P. E., 1953, *New Phytologist* 52: 76—80.
- Zittle C. A., 1951, *Advances in enzymology* 12: 493—527.
- Zeigler H., 1956, *Planta* 47: 447—500.

Działanie nowych pochodnych kwasu barbiturowego na rośliny

The influence of new derivatives of barbituric acid on plants

O. KOSTECKA-MĄDALSKA

Wpływ barbituratów na rośliny jest mało zbadany. Kilka prac, które się dotychczas ukazały z tego zakresu, dotyczy oddziaływania tych związków na kiełkowanie i początkowy rozwój roślin.

Ber A. (1949) zbadał wpływ na rośliny następujących barbituratów: Luminal, Luminal-natrium, Phanodorm-calcium, Ewipan, Prominal i Veronal. Krótkotrwałe doświadczenia (do jednego miesiąca) wykonał na grochu, rzeżusze i gorczycy.

Najczynniejszymi okazały się Luminal i Luminal-natrium i dlatego większość prób wykonał z tymi barbiturowcami.

Stwierdził on, że związki te hamują rozwój łodygi „a pobudzają rozwój pędów bocznych, co powoduje typowe krzaczkowanie”. Oddziaływanie na korzeń idzie w kierunku pobudzania korzenia głównego z równoczesnym hamowaniem korzeni bocznych albo włośników. Na podstawie przypuszczeń Bracheta (1945) i na podstawie szeregu doświadczeń własnych dochodzi do wniosku, że związki chemiczne bliskie budową przestrzenną, takie jak kwas barbiturowy czy tiouracyl, mogą wejść w miejsce uracylu do jakiegoś większego kompleksu — prawdopodobnie kwasu nukleinowego. Wskutek tego następuje zablokowanie kwasu nukleinowego, co wpływa wyraźnie na działanie auksyn.

W innej pracy Ber pisze: „Nie jest wykluczone, że poszczególne barbituraty, posiadające różne boczne grupy chemiczne w pozycji 5, wykazują różne działanie w zależności od zdolności odszczepiania tych grup, co dopiero umożliwia ich włączenie do właściwego czynnego kompleksu, tj. kwasu nukleinowego” (Ber, 1949, s. 146).

W celu dalszego wyjaśnienia oddziaływania barbituratów zajęłam się badaniem wpływu na rośliny pochodnych diazu, których syntezy dokonano w Zakładzie Chemii Organicznej i Farmaceutycznej Akademii Medycznej we Wrocławiu pod kierunkiem prof. dra B. Bobrańskiego (Bobrański B., Jakubiec T., Prelicz D., 1956). Związki te nazwali autorzy symbolami roboczymi D₁ i D₁H.

Jedną z szeroko stosowanych w terapii grupą leków o działaniu nasennym jest grupa pochodnych kwasu barbiturowego z różnymi podstawnikami przy 5-tym

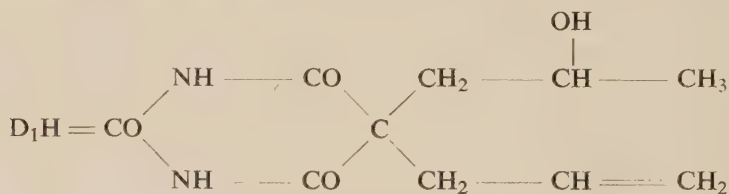
węgłu. Ber (1949) używał do doświadczeń w większości pochodnych aromatycznych kwasu barbiturowego (Luminal i Luminal-natrium) stosowanych w lecznictwie jako środki o działaniu nasennym lub uspokajającym, zależnie od dawki. Związki te kumulują się w organizmie i mogą powodować zatrucia (Hano J. 1955).

Diał należy do pochodnych alkilenowych kwasu barbiturowego. Jest to lek o działaniu uspokajającym i nasennym. W pewnych stężeniach działa narkotycznie (Podlewski 1958). W ustroju rozkłada się w 60—80%, nie wywołuje kumulacji (Dadlez J. i Kubikowski P. 1953).

Ponieważ nie znalazłam w literaturze danych o wpływie pochodnych alkilenowych kwasu barbiturowego na rośliny, podjęłam badania wpływu dwu nowych pochodnych dialu na ich początkowy i dalszy okres życia. Poza tym skłoniły mnie do tych badań z jednej strony możliwość użycia do doświadczeń nieznanymi dotychczas związków, z drugiej zachęta prof. dra Gamskiego M., przeprowadzającego równocześnie próby stosowania klinicznego tych nowych pochodnych dialu. W końcu możliwość porównania aktywności biologicznej dialu i dwu jego pochodnych, przy posłużeniu się łatwiejszym testem roślinnym, pozwoliłaby na wypracowanie pewnych wniosków dotyczących zastosowania ich w lecznictwie.

Pewną zachętą była też praca Cerecedo (1933), który podał, że rozkład pirymidyny w organizmie psa może odbywać się drogą przez powstanie z uracylu kwasu izobarbiturowego. Możliwość występowania w organizmie tego kwasu, znanego dotychczas tylko z syntezy chemicznej, pozwalała na przypuszczenie, że pochodne kwasu barbiturowego nie tylko mogą blokować kwasy nukleinowe, ale w pewnych warunkach mogą też działać inaczej.

Do pierwszych doświadczeń używałam preparatu D_1H . Jest to kwas 5-allilo-5-(β hydroksypropylo)-barbiturowy.



Jest to barbiturowiec o małej toksyczności, 5 g na 1 kg żywej wagi. Ze związkiem tym wykonałam szereg doświadczeń stosując różne stężenia w g na cm^3 wody od 1:200 do 1:100000. Zbadałam kiełkowanie nasion i początkowy wzrost *Lepidium sativum* L., *Sinapis alba* L., *Raphanus sativus* L., *Avena sativa* L., *Pisum sativum* L. i rozwój cebuli u *Allium cepa* L.

Doświadczenia prowadziłam w sposób prosty. Kiełkowanie i początkowy wzrost obserwowałam w szalkach Petriego o średnicy 10 cm na bibule nasyczonej roztworem D_1H o różnym stężeniu. Do późniejszych doświadczeń używałam jako podłoża poniemieckich filtrów mających zastosowanie w przemyśle mleczarskim. Podłoże to pozwalało przerastać korzeniom w dół. Przy dalszym wzroście korzenie te można było oglądać od spodniej strony szalki. Powtórzeń było zawsze 3. Po-

nieważ na każdej szalce układałam 40 nasion, dlatego obserwacje odnosiły się do 120 roślin traktowanych w jednakowy sposób. Kultury w temperaturze pokojowej pozostawały na świetle. Wahanie temperatury sięgały od 13°—18°C. Co dwa dni dodawałam do każdej szalki tę samą ilość odpowiedniego płynu. Codziennie kontrolowałam wilgotność i w razie potrzeby dodawałam wody destylowanej.

Niezależnie od pory roku uzyskane wyniki dla poszczególnych doświadczeń były do siebie zbliżone. Doświadczenia prowadziłam bez przerwy od marca 1955 do jesieni 1956, a kilka doświadczeń wykonałam w roku 1957.

Większe stężenia D_1H (1:200) okazały się szkodliwe dla *Lepidium sativum*, *Sinapis alba* oraz *Brassica*, bo nasiona nie kiełkowały. Większość osobników wymienionych powyżej gatunków znosiła już stężenie 1:500, lecz późniejszy rozwój był jednak bardzo słaby. Stężenie 1:1000 powodowało silniejszy wzrost strefy wzrostowej korzenia głównego. Włośniki rosły znacznie rzadziej i w większej odległości od szczytu korzenia niż normalnie. Optimum pobudzania wzrostu podłisciowej części łodygi dla wymienionych roślin przypada na rozcieńczenie 1:6500 D_1H . Doświadczenia powyższe były krótkotrwałe.

Zbadałam również wpływ preparatu D_1H na kiełkowanie *Avena sativa* L. Doświadczenia z tym gatunkiem powtórzyłam dwa razy. Zestawiałam 14 serii różnie traktowanych. Każda seria obejmowała 3 powtórzenia. Po 16 dniach zlikwidowałam doświadczenie. Ponieważ *Avena* jest rośliną jednoliścienną, u której zanika korzeń główny, a rozwijają się szybko korzenie przybyszowe, dlatego przy likwidowaniu doświadczenia považylam całą żywą masę poszczególnych kiełków. Zestawienie wyników podaje tabela 1.

Z tabeli tej widać, że pobudzanie kiełków zaznacza się przy stężeniu od 1:2000 do 1:7000. Optimum pobudzania wzrostu kiełków przypada na stężenie 1:5000—1:6000. Przy niższych stężeniach nie obserwuje się w tym czasie wyraźnego pobudzania wzrostu.

Przy likwidowaniu drugiego doświadczenia z *A. sativa* pomierzyłam też długość korzeni i źdźbeł. Pomiaru wykazują, że wyższe stężenia D_1H , które pobudzają w pierwszych dniach kiełkowanie i wzrost korzeni u kiełków, nie działają w sposób wyraźnie dodatni na wzrost źdźbła. U *Avena* nie zauważyłam wzrostu korzenia głównego, natomiast rozwój korzeni przybyszowych był wzmóżony. Większe rozcieńczenia tego preparatu od 1:2000 do 1:7000 wpływają stymulująco na wzrost całej rośliny.

Dalsze doświadczenia dotyczyły wpływu preparatu D_1H na kiełkowanie i wzrost kiełków *Lactuca sativa*. Nasiona brane do doświadczeń dobrze kiełkowały, a kiełki wykazywały wyrównany rozwój. Rycina 1 przedstawia wyniki po 8 dniach doświadczenia. Są to średnie okazy wybrane z każdego doświadczenia. Stężenie 1:200 działało szkodliwie, toteż nie zostało na fotografii uwzględnione. W szeregu *a* widać wydłużanie się korzenia, brak włośników, a podłisciowa część łodygi jest krótsza niż u roślin kontrolnych (*k*). Rośliny w szeregu *b* zachowują się podobnie, lecz korzeń

Tabela 1

Działanie różnych stężeń D₁H na *Avena sativa* L.

Doświadczenie trwało od 9 do 21.V.1955 r.

Stężenie D ₁ H	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:3000	1:4000	1:5000	1:6000	1:7000	1:8000	1:10 000	1:20 000	1:50 000	Kontrola
Średnia masa kieleków w g	2,1	3,2	4,3	4,9	5,0	5,3	6,9	7,8	4,9	4,5	4,9	4,7	4,1	4,8
i błąd średni	±0,13	±0,2	±0,11	±0,13	±0,27	±0,14	±0,28	±0,18	±0,3	±0,21	±0,18	±0,14	±0,9	±0,1

Tabela 2

Działanie różnych stężeń D₁H na korzeń (k) i część podłściennową łodygi (p) u *Lactuca sativa* L.

Doświadczenie trwało od 20.V.—3.VI. 1955 r.

Stężenie D ₁ H	1:400		1:800		1:1000		1:2000		1:5000		1:6000		1:10 000		1:20 000		kontrola	
	k	p	k	p	k	p	k	p	k	p	k	p	k	p	k	p	k	p
Średnia długość w cm	2,2 ±0,21	0,73 ±0,16	3,08 ±0,18	0,96 ±0,13	3,67 ±0,27	1,23 ±0,21	3,28 ±0,28	1,58 ±0,17	4,06 ±0,29	2,7 ±0,2	4,12 ±0,31	2,02 ±0,17	3,7 ±0,13	1,34 ±0,14	2,0 ±0,19	1,51 ±0,21	1,6 ±0,03	1,3 ±0,1
Współ- czynnik względem kontroli	1,35	0,51	1,9	0,74	2,3	0,93	2,05	1,21	2,53	2,07	2,75	1,54	2,3	1,0	1,02	1,3	—	—

jest dłuższy. Kielki szeregu *c* mają część podliścieniową łodygi taką, jak rośliny kontrolne (*k*), lecz korzeń dłuższy, o długości mniej więcej takiej, jak w szeregu *b*.

W tabeli 2 zebrane są niektóre dane odnoszące się do powtórzenia doświadczenia z wpływem preparatu D_1H na początkowy wzrost u *L. sativa*. Używałam tu stężeń od 1:400 do 1:20 000.

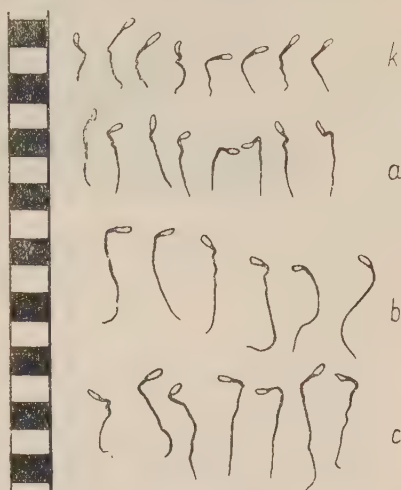
Dane z tabeli 2 wykazują, że preparat D_1H w większych stężeniach wywołuje podobne zmiany jak Luminal czy inny barbituran (Ber A. 1949). Pobudza on mianowicie wzrost korzenia głównego, a hamuje wzrost pędu głównego. Mniejsze stężenia preparatu D_1H od 1:2000 do 1:10000 wpływają dobrze na ogólną wegetację tych roślin. Ten dodatni wpływ przejawiał się wyraźnie po 8 dniach. Początkowo obserwuje się raczej hamowanie wzrostu łodygi. Przy działaniu stężenia 1:2000 po 14 dniach otrzymujemy korzeń 2 razy dłuższy od kontroli, łodygę natomiast 210% dłuższą od kontroli. Używając rozcieńczenia 1:2000 otrzymuje się wzrost korzenia wyrażający się 2530%, a wzrost łodygi 2070% w stosunku do kontroli, którą przyjmujemy za 1000%.

Dalsze doświadczenia wykonałam na *Pisum sativum* L. Moczone nasiona kiełkowały i wzrastały w kulturach piaskowych wazonowych. Do kultur używałam piasku rzeczynego odmytego kwasem solnym, a następnie wodą zwykłą i wodą destylowaną. Po wysuszeniu użyłam go do doświadczeń.

Do zestawienia pożywek kultur dodawałam preparatu D_1H w stężeniu od 1:200 do 1:2000. pH roztworów wahało się w granicach od 6 do 6,5. Uzyskane dane widać na ryc. 2. Są to rośliny średnie 28-dniowe z trzech równoległych powtórzeń, jednakowo traktowanych. Jak widać z ryc. 2, rośliny pod wpływem preparatu D_1H o stężeniu 1:400 wyraźnie zmieniają swój pokrój.

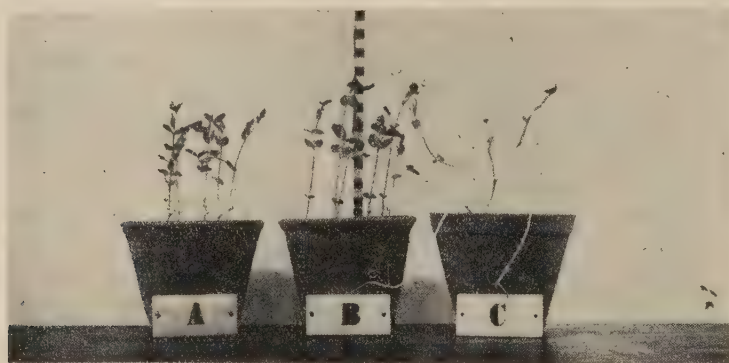
Powtórzenie tego doświadczenia po 24 dniach przedstawia ryc. 3. Są to również kultury piaskowe. Jak widać, przy użyciu wyższych stężeń D_1H otrzymuje się rośliny o pokroju roślin wypłoniętych. Międzywęzła są wydłużone, liście zredukowane, łodygi nie wykazują zdecydowanego geotropizmu ujemnego. Rośliny serii D są sztywniejsze niż serii F. Zielen jednak jest jaśniejsza, a łodygi w obu przypadkach wykazują lekkie zaróżowienie. W serii C widać nieznaczne wydłużanie się łodyg oraz zmniejszanie się powierzchni liści. Rośliny serii B nie wykazują żadnych objawów patologicznych.

Na podstawie przytoczonych obserwacji można dopatrywać się wpływu preparatu D_1H na pewne substancje lub „ośrodki reakcji” pobudzające lub hamujące



Ryc. 1. 8-dniowe kielki *Lactuca sativa* L. wyrósł na różnych stężeniach D_1H *
k — kontrola, *a* — 1:400, *b* — 1:1000,
c — 1:3000

czynności życiowe. Substancjami tymi zapewne są kwasy nukleinowe lub ich komponenty, które pełnią ważną rolę w procesach wzrostowych rośliny (Biełozjerskij A. N. 1944, Miller O. i Skoog F. 1953, 1956, Skoog F. 1955, Wiggans S.



Ryc. 2. 28-dniowe rośliny *Pisum sativum* L. wyrosłe w kulturach piaskowych bez pożywki mineralnej na różnych stężeniach D_1H
A — kontrola, B — 1 : 2000, C — 1 : 400

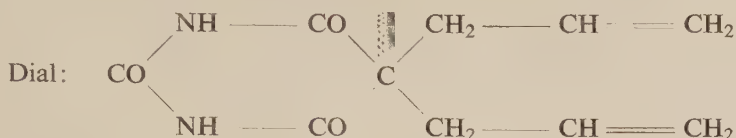


Ryc. 3. 24-dniowe rośliny *Pisum sativum* L. wyrosłe w kulturach piaskowych bez pożywki mineralnej na różnych stężeniach D_1H
A — kontrola, B — 1 : 3000, C — 1 : 1500, D — 1 : 1000, E — 1 : 400

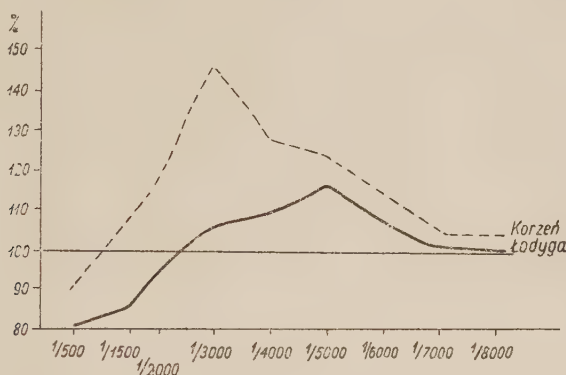
1954, Dmochowski A., Maciejewska-Potapczykowa W., Sempńska E. 1957).

Do takiego przypuszczenia upoważnia mnie również praca Bera (1949), według której kwas barbiturowy wchodząc w miejsce uracylu może blokować kwasy nukleinowe i przez to wpływać na wzrost. Również benzimidazol i podobne do niego substancje mogą hamować wzrost niektórych roślin (Rebstock T., Ball Ch. 1957).

W celu stwierdzenia, czy preparat D_1H działa na rośliny tylko obecnością pierścienia barbiturowego (jak podaje Ber 1949), czy też czynna jest w związku reszta związana z 5-tym węglem, do następnych doświadczeń użyłam związków o podobnej budowie, różniących się tylko podstawnikami. Najbliższym związkiem jest dial, z którego zsyntezowano D_1H przez przyłączenie wody. Dial jest to kwas 5,5-dwualлилobarbiturowy, o cięż. drob. 208.



Drugim preparatem bliskim jest D_1 , otrzymany po raz pierwszy również w Zakładzie Chemii Organicznej i Farmaceutycznej A. M. we Wrocławiu (Bobrański B., Jakubiec T., i Prelicz D., 1956). Jest to kwas 5-allilo-5-(β -hydroksy- γ -jodopropilo)-barbiturowy. Cięż. drob. 352, jodu zawiera około 34 $\%$.



Ryc. 4. Wpływ preparatu D_1H na wzrost łodygi i korzeni *L. sativa*

Zarówno preparat D_1 , jak i D_1H nie mają działania nasennego. Jest to najprawdopodobniej wynikiem wprowadzenia grupy OH. Oba te związki zachowują jednak oddziaływanie na centralny system nerwowy, czyli swoje podstawowe właściwości.

Pierwsze doświadczenia założyłam na szalkach Petriego używając różnych stężeń dialu, D_1 i D_1H . Wszystkie roztwory miały pH około 6,5.

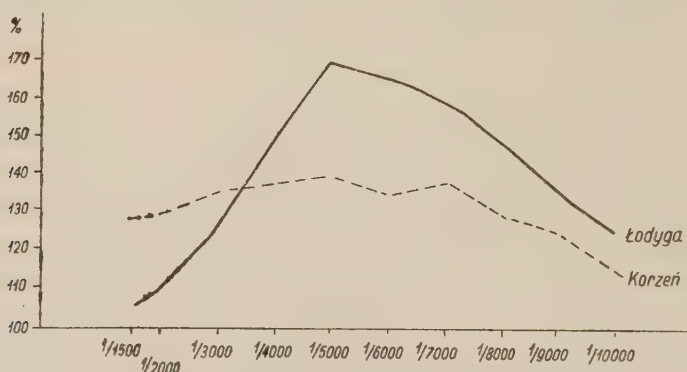
Dial i D_1 w stężeniu mniejszym niż 1:1000 wywoływały zmniejszenie zdolności kiełkowania oraz osłabienie wzrostu, a nawet zupełnie uniemożliwiały dalszy rozwój *Lactuca sativa*.

Zbadałam wpływ tych trzech preparatów w stężeniach od 1:1500 do 1:10000 na początkowy wzrost u *Lactuca sativa*. Wykresy zamieszczone poniżej (ryc. 4 i 5) przedstawiają zachowanie się roślin *L. sativa* w 20-tym dniu trwania doświadczenia. Kiełki wyrosłe na szalkach Petriego przenieśliśmy do naczyń szklanych umie-

szczając je na gazie w ten sposób, by korzenie były zanurzone w pożywce. Wykres pierwszy (ryc. 4) przedstawia wzrost łodygi i korzeni pod wpływem preparatu D_1H . Na osi rzędnych jest podany stopień rozwoju w stosunku do kontroli, przyjętej za 100. Na osi odciętych są podane zwiększające się rozcieńczenia preparatu D_1H . Doświadczenie trwało od 18.III do 7.IV.1956.

Na podstawie tego wykresu widać, że optimum pobudzenia wzrostu dla łodygi i korzenia wypada dla *L. sativa* przy stężeniu 1:5000. Rośliny wykazują znacznie lepszy wygląd w stosunku do kontroli. Zwłaszcza w części nadziemnej daje się obserwować większy przyrost wyrażający się 170%, natomiast korzeń 140% w stosunku do kontroli. Rośliny wyrosłe pod wpływem optymalnej dawki preparatu D_1H były większe, jędrniejsze o soczystej barwie zieleni. W miarę rozcieńczenia malał wpływ dodatni preparatu D_1H .

Preparat D_1 użyty w stężeniu 1:3000 działał wyraźnie szkodliwie. Wyższe stężenia do 1:10000 nie wykazywały wyraźnego dodatniego oddziaływania na wzrost łodygi. Preparat ten pobudzał tylko wzrost korzenia, optimum wypadało przy



Ryc. 5. Wpływ dialu na wzrost korzeni i części nadziemnych *L. sativa*

stężeniu 1:7000, przy czym długość korzenia wyrażała się wielkością 190% w stosunku do kontroli.

Wpływ dialu na *Lactuca sativa* podaje ryc. 5. Wykres ten przedstawia długości korzeni i części nadziemnych rośliny traktowanej stężeniem dialu od 1:500 do 1:10000.

Diał w stężeniu 1:500 hamuje wzrost korzenia i części nadziemnej. Przy stężeniu 1:2000 widoczne już jest pobudzanie wzrostu korzenia, podczas gdy łodyga jest hamowana. Stężenie 1:3000 pobudza wzrost korzenia i w małym stopniu część nadziemną. Optimum pobudzania wzrostu pędu przypada przy stężeniu 1:5000. Współczynnik względem kontroli, którą przyjąłem za 100%, wyniósł dla korzenia 135%, a dla łodygi 118%. Optimum pobudzania wzrostu korzenia wypada przy stężeniu 1:3000 i uzyskuje się wówczas około 150% wzrostu.

Charakterystyczne jest to, że preparat D_1H pobudza początkowo wzrost korzenia, a w późniejszym rozwoju stymuluje wyraźnie wzrost części nadziemnej. Dial wywiera wpływ dodatni na wzrost korzenia, a w znacznie mniejszym stopniu na wzrost łodygi.

To różne działanie dialu, D_1 i D_1H jest niewątpliwie związane z różnymi podstawnikami występującymi w tych związkach, ponieważ pierścień barbiturowy jest taki sam we wszystkich preparatach.

Na podstawie ostatnio stosowanych barbituratów stwierdziłam, że są one w wyższych stężeniach bardziej szkodliwe dla roślin z rodziny *Cruciferae*, mniej natomiast szkodliwie oddziałują na *Lactuca sativa*, a jeszcze mniej na *Pisum sativum*.

Dalsze doświadczenia dotyczyły wpływu tych trzech preparatów na dłuższy okres życia *Lactuca sativa*. Porównałam wpływ preparatów D_1H , D_1 oraz dialu z kontrolą, używając stężeń 1:5000. Dodawałam soli mineralnych w postaci pożywki von der Cronego. Rośliny rosły w wazonach w piasku, do których dodawałam pożywkę i odpowiedniego barbituratu. Dla porównania zestawiałam kontrolne tylko z pożywką. Do doświadczeń używałam wody wodociągowej.

Pierwsze doświadczenie założyłam 8 maja 1956 r. Nasiona moczyłam w odpowiednich płynach przez 12 godzin, następnie kiełkowały w odmytych trocinach. Dnia 26 maja przepikowałam siewki do większych naczyń kamionkowych. Po 12 dniach przesadziłam po 3 rośliny do doniczek z piaskiem i odpowiednią pożywką z barbituratem. Każda seria miała 12 powtórzeń. Doniczki wkopałam w ziemię, rozrzucając losowo na 4 różnych poletkach. Co 2 dni dodawałam 200 cm³ pożywki z roztworem badanym. W wypadku deszczu płynu nie dodawałam. Po tygodniu od przesadzenia usunęłam po 1 egzemplarzu z każdej doniczki, tak że rozwijały się po 2 rośliny. Było więc 24 powtórzeń z każdej serii.

Rośliny z D_1 były bardzo słabe i do 30 dni wszystkie zginęły.

T a b e l a 3

Działanie D_1H i dialu w stężeniu 1:5000 na tworzenie się masy roślinnej u *Lactuca sativa* L.

Doświadczenie trwało od 8.V do 15.VII. 1956 r.

Barbituraty w stężeniu 1:5000	Średnia masa całej rośliny w g i jej średni błąd
D_1H	138,1±2,9
Dial	102,0±3,7
Kontrolne	87,3±1,5

Główki sałaty zawiązywały się w kontroli po 60 dniach od wysiewu, pędy zaś nasienne wykształciły się po 85 dniach. W wypadku użycia D_1H główki zawiązywały się już średnio po 50 dniach, zaś pędy nasienne wyrosły po 72 dniach. Dial również przyspieszał rozwój *Lactuca* i w tej serii główki zawiązywały się średnio

po 57 dniach, zaś pędy nasienne wyrosły po około 79 dniach od czasu wysiewu. Tabela 3 podaje zestawienie danych doświadczenia z *Lactuca* po 68 dniach od wysiewu.

Ryc. 6. przedstawia wyniki takiego samego doświadczenia dotyczące wpływu preparatu D_1H i dialu oraz kontrolne po 76 dniach doświadczenia.

W doświadczeniu tym (ryc. 6) zaznaczył się też wyraźnie dodatni wpływ preparatu D_1H i dialu, nie tylko na wzrost *Lactuca*, ale również na jej rozwój, który przejawiał się szybszym przejściem roślin z okresu wegetatywnego w okres reprodukcji.



Ryc. 6. 76 dniowe kultury *Lactuca sativa* L. w piasku z pożywką mineralną z dodatkiem barbituratów o stężeniu 1:5000

A — kontrolne, B — z D_1H , C — dialem

* Każdy odcinek miarki na fotografiach (biały czy czarny) równa się 1 cm.

Oddziaływanie dialu jest słabsze, Doświadczenie trwało od 17.VII do 1.X.1956.

W dalszym ciągu badałam wpływ tych trzech barbituratów na *Pisum sativum* L. Do doświadczeń używałam dialu, D_1H i D_1 o stężeniach 1:5000. Doświadczenia prowadziłam w kulturach wodnych i w kulturach wazonowych. Kultury wodne prowadziłam w polewanych garnkach glinianych o pojemności 3 l. W każdym naczyniu było 3 rośliny. Do wazonowych kultur piaskowych dodawałam również pożywki mineralnej. Doniczki umieszczałam na polu na różnych poletkach.

W pierwszym okresie wzrostu obserwowałam wydłużanie się korzenia głównego, później intensywniejszy wzrost łodygi. Oddziaływanie preparatu D_1H było najwidoczniejsze. Dial początkowo wpływał dodatnio na rozwój rośliny, po miesiącu następowało zahamowanie wzrostu, żółknięcie i opadanie liści.

Podane obserwacje świadczą, że preparat D_1H , w mniejszym stopniu działa, oddziaływa przede wszystkim na korzenie, które następnie wytwarzają pewne hormony aktywujące łodygę. Przytoczone doświadczenia są zgodne ze spostrzeżeniami niektórych autorów, że nie występujące w roślinie związki mogą oddziaływać przede wszystkim na korzenie, które następnie wytwarzają pewne hormony aktywujące łodygę (Sellei J. i H. 1942). Wzrost oczywiście może być osiągany pod warunkiem, że inne czynniki, jak odżywianie, asymilacja, auksyny, są w optymalnej lub co najmniej wystarczającej ilości i nie powodują jego zahamowania.



Ryc. 7. 37-dniowe rośliny *Pisum sativum* L. wyrosłe w kulturach wodnych z pożywką mineralną z dodatkiem barbituratów w stężeniu 1:5000
k — kontrola, a — z dialem, b — D_1H , c — z D_1

Porównanie roślin wyrosłych w kulturach wodnych na różnych pożywkach daje ryc. 7.

Ryc. 8 przedstawia rośliny 40 dniowe wyjęte z kultur wodnych, ich pokrój i korzenie. Jak widać, różnice we wzroście wystąpiły wyraźnie. Przy użyciu preparatu D_1H (ryc. 7 i 8 b) rośliny są masywniejsze od kontrolnych (ryc. 7 i 8 k) i mają łodygi grubsze i sztywniejsze. Liście też są większe i mają bardziej soczystą barwę zieleni. Lepiej od kontroli przedstawiają się też rośliny poddane działaniu dialu (ryc. 7 i 8 a). Hamowanie wzrostu występuje w obecności D_1 (ryc. 7 i 8 c).

Na rycinie 8 występują również różnice we wzroście korzeni. Mianowicie dial (a) pobudził wyraźnie korzeń główny do wzrostu; w tym wypadku wykształciło się mniej korzeni bocznych. D_1H (b) nie pobudza korzenia głównego w dalszym rozwoju rośliny, pozwala natomiast rozwinąć się dużej ilości korzeni bocznych.

Rycina 9 przedstawia rośliny wyjęte z dwu kultur wodnych, a następnie umieszczone w akwarium do fotografowania korzeni w położeniu naturalnym.

Jak z ryc. 9 widać, korzenie w obu wypadkach wykształciły się podobnie. Silnie wykształciły się korzenie boczne, podczas gdy korzeń główny z trudnością daje się wyróżnić od innych. Obserwuje się tu również znacznie lepszy rozwój roślin pod wpływem preparatu D_1H w porównaniu z kontrolą.

Na wszystkich trzech zdjęciach (ryc. 7, 8, 9) widać dobry wzrost łodygi i liści pod wpływem preparatu D_1H . Kultury na D_1 natomiast wykazują wyraźne hamowanie wzrostu łodygi, silne skrócenie międzywęźli, słabe wykształcenie liści oraz mniejszy system korzeniowy (ryc. 7, 8).

Rycina 10 przedstawia te same warunki doświadczenia zastosowane w kulturach piaskowych. I tu przejawiał się analogiczny wpływ badanych preparatów.

Ogólnie biorąc, rośliny w piasku rosły wolniej i efekt, uzyskany zarówno w kulturach z pożywką, jak i bez pożywki, był po miesiącu hodowli mniejszy. Być może, że środowisko było dla roślin mniej odpowiednie, prawdopodobnie wskutek słabego przewietrzania kultur (Gumiński S. i. Z. 1953).

Zauważyłam, że dial (ryc. 10, L) w kulturach trwających do miesiąca, wpływał dodatnio na wzrost roślin. W kulturach mających powyżej 30 dni przejawiało się



Ryc. 8. 40-dniowe rośliny *Pisum sativum* wyrosłe w kulturach wodnych z pożywką mineralną na wodzie wodociągowej z dodatkiem barbituratów, o stężeniu 1:5000

a — dial, b — D_1H , c — D_1 , k — kontrola



Ryc. 9. 38-dniowe rośliny *Pisum sativum* L. wyjęte z kultur wodnych
Rośliny *b* — wyrosłe na z D₁H, zaś *k* — kontrolne



Ryc. 10. 42-dniowe rośliny *Pisum sativum* L. w kulturach piaskowych z dodatkiem barbituratów
o stężeniu 1:4000
F — z D₁, *G* — kontrola, *H* — z D₁G, *L* — z dialem

T a b e l a 4

Wpływ barbituratów na tworzenie się świeżej masy (św.m.) i suchej masy (s.m.) u *Pisum sativum* L.

Stężenie 1:5000	Kontrolne		D ₁ H		Dial		D ₁									
	korzenie		łodygi		korzenie		łodygi									
	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.								
Średnia masa w g	4,02	0,5	7,3	0,92	8,5	1,7	18,4	3,9	6,9	0,92	12,8	1,89	2,42	0,45	3,56	0,58
jej średni błąd	±0,9	±0,2	±0,96	±0,29	±0,26	±0,17	±1,62	±0,32	±1,7	±0,3	±1,4	±1,17	±0,34	±0,02	±0,6	±0,12

T a b e l a 5

Wpływ barbituratów na wzrost korzeni i łodygi *Pisum sativum* L.

Stężenie 1:5000	D ₁ H		Dial		D ₁		Kontrolne	
	korzeń		łodyga		korzeń		łodyga	
	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.	św.m.	s.m.
Średnia długość w cm	29,3	39,2	23,6	31,4	15,1	10,8	20,3	26,9
jej średni błąd	±1,22	±2,11	±0,96	±1,82	±0,7	±0,19	±0,8	±1,3

ujemne oddziaływanie dialu, a mianowicie dolne liście żółkły i wysychały, a łodygi lekko różowiały.

Tabela 4 podaje zestawienie żywej i suchej masy korzeni i łodyg po 40 dniach doświadczenia w kulturach piaskowych.

Zestawienie to wykazuje, że najwięcej suchej masy mają kultury z D_1H , następnie z dialem, a na koniec kontrolne i z D_1 . Daje się też stwierdzić, że rośliny traktowane D_1H mają procentowo więcej suchej masy niż kontrolne. Oznaczyłam również popiół z całych roślin traktowanych D_1H i z kontrolnych. Z tego oznaczenia wy-



Ryc. 11. Wpływ barbituratów o stężeniu 1:4000 na rozwój *Allium cepa* L.
1 — kontrolne, 2 — z D_1H , 3 — D_1 , 4 — z dialem

nika, że rośliny traktowane preparatem D_1H mają średnio 13,92% popiołu, zaś rośliny kontrolne 11,38% popiołu w stosunku do suchej masy. (Średni błąd wypadł duży z powodu małej liczby powtórzeń).

Powtórzenie doświadczenia na *Pisum* nad wpływem różnych barbituratów w stężeniu 1:5000 podaje tabela 5. Są to wyniki po 50 dniach trwania doświadczenia. Średnie obliczone z 12 roślin.

W starszych kulturach przejawiał się jeszcze wyraźniej dodatni wpływ preparatu D_1H . Oddziaływanie dialu jest znacznie słabsze. Preparat D_1 wpływa niekorzystnie; rośliny są małe i słabe.

Z porównania tabel 4 i 5 widać, że rośliny z D_1H wykazują dwukrotne zwiększenie masy roślinnej. Przyrost łodygi na wysokość wyraża się mniejszą liczbą, około 1,5. Świadczy to przede wszystkim o wpływie preparatu D_1H na gromadzenie się materii organicznej w roślinie. Przybytek wzrostu jest też wyraźny, choć procentowo mniejszy.

Ciekawe wyniki otrzymałam na cebuli *Allium cepa* L. w kulturach wodnych. Mianowicie dwukrotne powtórzenie doświadczenia wykazało, że D_1H w stężeniu 1:4000 (ryc. 11, 2) powoduje szybszy rozwój liści u cebuli. Również korzenie są dłuższe i grubsze w porównaniu z kontrolą (ryc. 11, 1). D_1 w tym czasie nie pozwala rozwinąć się liściom, a korzenie zaledwie rozpoczynają swój wzrost (ryc. 11, 3). Cebula na roztworze dialu (ryc. 11, 4) wypuściła więcej liści niż kontrola, natomiast widać zahamowanie korzeni przybyszowych.

Dalsze doświadczenia powtórzyłam na *Pisum sativum* używając doniczek z ziemią ogrodową, z tym że barbituratów używałam do moczenia nasion i do podlewania roślin w stężeniu 1:4000. Co tydzień również dodawałam pożywki mineralnej. Tu również pod wpływem preparatu D_1H rośliny miały znacznie lepszy wygląd. Łodygi były sztywne, proste i jędrne, liście o soczystej zieleni.

Diał w pierwszym okresie życia rośliny oddziaływa na wzrost korzenia głównego, później wpływa dodatnio na łodygę. Po miesiącu jednak przejawia się ujemny wpływ tego preparatu.

Preparat D_1 działał szkodliwie na wzrost korzenia, łodyg i liści. W kulturach z ziemią ujemny wpływ preparatu D_1 przejawiał się słabiej.

Rośliny pod wpływem D_1H po 2 miesiącach były zdrowe, zielone i znacznie lepsze od kontrolnych.

Przy likwidowaniu kultur stwierdziłam, że korzenie z serii z D_1H były obficie zaopatrzone w brodawki korzeniowe, podczas gdy rośliny z dialem miały tych brodawek znacznie mniej, podobnie jak kontrolne. Rośliny traktowane preparatem D_1 były bardzo słabe i nie wytwarzały brodawek korzeniowych.

Dodatni wpływ preparatu D_1H na wytwarzanie większej ilości brodawek korzeniowych u *Pisum sativum* jest bardzo interesującym stwierdzeniem. Dotychczas bowiem nie znaleziono sposobu na zwiększanie nodulacji u roślin motylkowych (Allen R. i Allen O. 1953, 1958). Moje doświadczenia z 1956 i 1957 świadczą o tym, że D_1H oddziaływa na nodulację prawdopodobnie przy współudziale jakiegoś czynnika glebowego. Jest to jednak odrębne zagadnienie, które będę się starała wyjaśnić w dalszych badaniach.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Na podstawie wyników przytoczonych doświadczeń stwierdzam, że badane przeze mnie barbituraty oddziałują na roślinę całą drobiną, tzn. nie tylko pierścieniem barbiturowym wspólnym im wszystkim, lecz także różniącymi je podstawnikami.

Dial, D_1 i D_1H są to związki dość trwałe, nie łatwo rozkładające się w organizmie zwierzęcym. Być może, że rośliny to potrafią lepiej. W takim wypadku istniałaby więc możliwość oddziaływania osobno pierścienia barbiturowego po odłączeniu podstawnika. Rola podstawnika w moich doświadczeniach z roślinami jest ważna, bo różne oddziaływanie tych preparatów jest niewątpliwie zależne również od reszty związanej z 5-tym węglem.

Preparat D_1 działa szkodliwie na rośliny prawdopodobnie wskutek występowania w nim 34⁰/₀ jodu. Jod ten może łatwo odczepić się w płynach ustrojowych (Toth 1958), a tak duże jego ilości zapewne szkodzą roślinie (Górski 1955, Maksimow 1947).

Dial w pewnym stężeniu przejawia dodatni wpływ początkowo na wzrost korzenia, a później na wzrost całej rośliny. Dłuższe działanie dialu jest jednak szkodliwe. Objawia się to żółknięciem i opadaniem liści, lekkim różowieniem łodygi i hamowaniem wzrostu rośliny.

Najkorzystniejszy wpływ na rośliny wywiera preparat D_1H^* .

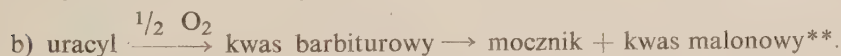
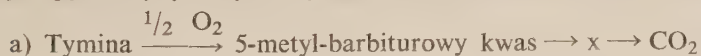
Według przypuszczeń farmakologów grupa wodorotlenowa w D_1H powoduje to, że nie działa on nasennie. Być może, że grupa OH decyduje w dużej mierze o aktywności biologicznej tego związku.

Preparat D_1H użyty w granicach optymalnego stężenia pobudza wzrost rośliny, przejawiający się w mocniejszym wykształceniu jej organów. Działanie to pozwala sądzić, że wpływa on na pewne substancje czynne w roślinie, co w efekcie prowadzi do wzmożonego wytwarzania materii organicznej.

Skoog (1955) wykazał, że istnieje ścisła zależność między działaniem auksyn i kwasów nukleinowych, puryn i pyrimidyn. Substancje wzrostowe wykazują właściwości związków purynowych.

W skład mononukleotydów, budujących kwas nukleinowy, wchodzi puryny albo pyrimidyny (Górski 1957, Böttger 1958).

Sprawa wpływu barbituranów na rośliny zdaje się być na drodze do wyjaśnienia w związku z odkryciami Hayaishiego i Kornberga (1951). Wykazali oni, że rozpad pyrimidyny odbywa się na drodze utleniania według następującego schematu:



* Przeprowadzone badania kliniczne stwierdzają, że pod wpływem preparatu D_1H często następuje obniżenie nadmiernego ciśnienia krwi, pobudzanie apetytu u chorego i dobre samopoczucie. Jest to preparat nowy, dlatego działanie jego na organizm jest jeszcze mało znane. Ponieważ D_1H wpływa hamująco i regulująco na czynności układu nerwowego wegetacyjnego, przewiduje się, że związek ten nada się szczególnie dobrze do leczenia nerwic (Gamski 1955, Jarosz M. 1956).

Preparat D_1 ma podobne działanie jak D_1H , ale może być stosowany tylko w wypadku, gdy wprowadzenie jodu nie szkodzi organizmowi.

** Stwierdzili oni na drodze biologicznej to, co zrobili chemicy w kierunku przeciwnym syntezując kwas barbiturowy z mocznika i malonianu etylowego (Tołłoczko S. i Bobrański B. 1954).

Ci sami autorzy w 1952 r. wydzielili czyste preparaty fermentów „uracylo-tymino-oksydazę” i „barbiturazę” z bakterii aerobowych *Corynebacterium* i *Mycobacterium*.

Cerecedo (1935) podał schemat rozkładu uracylu w organizmie psa również drogą przez kwas izobarbiturowy.

Stwierdzenie przez Woodsa, Bracheta (cyt. przez Bera 1949 a) i Bera (1949), „że kwas barbiturowy ze względu na podobieństwo budowy przestrzennej z uracylem może zająć jego miejsce w kwasach nukleinowych”, ma swoje znaczenie w świetle przytoczonych faktów.

Co powoduje zauważone przeze mnie zwiększenie nodulacji, jest kwestią otwartą. Być może, że pozostaje to również w związku z przemianą materii organizmów symbiotycznych. Fakt, że brodawki są aktywnymi centrami produkcji auksyn i że substancje regulujące wzrost występują w większej ilości w tkance zakażonej przez *Rhizobium* niż w tkankach przyległych korzenia, nie jest dla tej sprawy obojętny (Allen E. i Allen O. 1958).

Można by również szukać na drodze chemicznej możliwości wyjaśnienia dodatniego wpływu preparatu D₁H na rozwój bakterii brodawkowych. Znane jest pobudzanie *Rhizobium* do przejścia w bakteroidy przez kofeinę i inne alkaloidy (Sembrat Z. 1934, Allen E. i Allen O. 1958). W kofeinie, jako pochodnej puryny, występuje układ pyrimidynowy, a kwas barbiturowy jest pochodną pyrimidyny (Böttger, 1958 a). Na tej podstawie można się dopatrywać podobnych właściwości biologicznych obu tych preparatów, w odniesieniu do różnych wprawdzie odcinków, ale dotyczących tego samego zagadnienia.

STRESZCZENIE

Wpływ barbituratów na rośliny jest mało zbadany. Kilka prac z tego zakresu dotyczy oddziaływania tych związków na kiełkowanie i początkowy rozwój (Ber 1949).

Do pierwszych doświadczeń używałam kwasu 5-allilo-5(β-hydroksypropylo)-barbiturowego, którego syntezy dokonano w Zakładzie Chemii Organicznej i Farmaceutycznej Akademii Medycznej we Wrocławiu (Bobrański B., Jakubiec T. i Prelicz. D. 1956). Preparat ten został oznaczony przez autorów symbolem roboczym D₁H.

Zbadałam wpływ różnych stężeń tego preparatu na kiełkowanie i rozwój kilku gatunków roślin. Okazał się on mało toksyczny.

Większe stężenie D₁H (1:400) wywoływało zaburzenia w geotropizmie kiełków. Stężenie 1:1000 pobudzało w okresie początkowym wzrost korzenia głównego na długość (ryc. 1). W późniejszym rozwoju *Pisum sativum*, pozostającego pod wpływem większych stężeń D₁H, występowały zmiany morfologiczne przejawiające się redukcją powierzchni liści, wydłużeniem międzywęźli, przy czym łodygi nie wykazywały geotropizmu ujemnego (ryc. 2 i 3). Obserwowałam również jaśniejszą barwę rośliny i lekkie zaróżowienie łodyg.

Dodatni wpływ niższych koncentracji D_1H przejawiał się dobrym wyglądem roślin. Były one większe, pędy miały grubsze od kontrolnych, silnie rozwinięty system korzeniowy i większe blaszki liściowe (ryc. 6, 7, 8, 9). Na podstawie tych obserwacji dopatruję się wpływu preparatu D_1H na pewne substancje lub „ośrodki reakcji” pobudzające albo hamujące rozwój roślin. Przypuszczam, że wchodzi tu w grę kwasy nukleinowe.

Do następnych doświadczeń użyłam związków barbiturowych o podobnej budowie, lecz różniących się resztami związanymi z 5-tym węglem. Porównałam więc działanie: 1. dialu (kwas 5,5-dwualilobarbiturowy), 2. D_1 (kwas 5-allilo-5- β hydroksy- γ -jodopropylo/-barbiturowy) i 3. D_1H (kwas 5-allilo-5- β -hydroksypropylo/-barbiturowy) w kulturach wodnych i wazonowych.

Z porównania oddziaływania tych preparatów na rośliny wynika, że wywierają one różny wpływ.

Dial oddziałuje zdecydowanie na wzrost korzenia głównego (ryc. 2, ryc. 8). Działanie dodatnie na wzrost łodygi jest mniejsze (ryc. 2) i przejawia się najwyraźniej w późniejszym rozwoju rośliny (ryc. 6, 7, 8, 10, 11). U jeszcze starszych roślin pod wpływem dialu starsze liście żółkną i zamierają, a niekiedy występuje zaróżowienie łodygi.

D_1 jest szkodliwy dla roślin w tych stężeniach, których używałam do doświadczeń (ryc. 7, 8, 10, 11), zapewne z powodu dużej ilości jodu (34⁰/0).

D_1H wykazuje najlepszy wpływ. Rośliny są okazalsze, o dobrym wzroście korzeni, łodygi i liści, przy czym wytwarzają więcej masy (tab. 3 i 4). Kultury wazonowe z ziemią ogrodową dały najlepsze wyniki. Rośliny podlewane jego roztworem były okazalsze i znacznie silniejsze niż kontrolne. Na korzeniach stwierdziłam liczniejsze brodawki korzeniowe niż w kulturach kontrolnych.

Wyniki moje wiążę z osiągnięciami Cerecedo (1933), Hayaishi i Kornberg (1951, 1953), Wang i Lampe oraz Lora (1952), którzy wykazali, że rozpad pirymidyny w organizmie żywym odbywa się drogą przez kwas barbiturowy. Stwierdzenie występowania u bakterii fermentu „barbiturazy” stwarza pewne perspektywy rozwiązania zagadnienia oddziaływania barbituratów na rośliny.

Panu Prof. drowi B. Bobrańskiemu dziękuję za umożliwienie mi korzystanie z preparatów wytwarzanych w Jego Zakładzie, zaś P. P. inż. mgr T. Jakubcowi i mgr D. Prelicz za zwrócenie mi uwagi na ten preparat oraz za uprzejme i żywe dyskusje.

*Z Zakładu Botaniki Farmaceutycznej
z Ogrodem Roślin Leczniczych
Akademii Medycznej we Wrocławiu*

(Wpłynęło dn. 21.11.1958)

SUMMARY

The influence of barbiturates on plants has been very little investigated. Some papers on this subject are concerned with the influence of these compounds on sprouting and primary development (Ber 1949).

For the first experiments 5-allylo-5 (β -hydroxypropylo) — barbituric acid was used. The acid was synthesized at the Institute of Organic and Pharmaceutical Chemistry of the Wrocław Medical Academy (B. Bobrański, T. Jakubiec and D. Prelicz, 1956). This preparation was defined by the authors by the working symbol D_1H .

The influence of various concentrations of the preparation on the sprouting and development of several plant species were investigated. It appeared to be little toxic.

A greater concentration of D_1H (1:400) caused a disturbance in the geotropism of sprouts. The concentration (1:1000) stimulated the growth of the length of the main root in the first period (Fig. 1). In the further growth of *Pisum sativum* remaining under the influence of greater concentrations of D_1H there appeared morphological changes manifesting themselves in a reduction of leaf surface, the lengthening of internodes though the stems did not show negative geotropism (Figs. 2 and 3). Lighter colouring of the plant and a slightly pink shade of the stalks were also observed.

The positive influence of lower concentrations of D_1H appeared in the healthy appearance of the plants. They were larger, their stems were thicker than in the controls, and they had a strongly developed root system and bigger leaf blades (Figs. 6, 7, 8, 9). On the basis of these observations it would appear that D_1H has an influence on certain substances of „reaction centres” stimulating or repressing the development of plants. This may be due to nucleic acid.

For further experiments barbiturate compounds were used with a similar structure, but differing by the ends bonded with the 5th carbon. The action of: 1) dial (5,5-two allylobarbituric acid), 2) D_1 [5-allylo-5 (β -hydroxy- γ -iodopropyl)-barbituric acid], and 3) D_1H [5-allylo-5-(β -hydroxy-propyl)-barbituric acid] were observed in water and pot cultures.

In comparing the action of these preparations on plants it can be seen that their influence varies.

Dial has a deciding influence on the growth of the main root (Figs. 2, 8). The positive influence on the growth of stems (Fig. 2) is fower and appears more distinctly in the later development of the plant (Figs. 6, 7, 8, 10, 11).

With still older plants under the influence of dial the older leaves turn yellow and die, and sometimes a pink shade appears on the stem.

D_1 in the concentration used in the experiments (Figs. 7, 8, 10, 11) is harmful to plants, no doubt owing to the large amount of iodine ($340/0$).

D_1H shows the best influence. The plants are more vigorous with a good growth of roots, stalks, and leaves, and their total weight increases. (Tables 3 and 4). Pot cultures with garden soil gave the best results. The plants watered with a solution of D_1H were bigger and much stronger than the controls. More numerous root tubercles were observed on them than in control cultures.

These results may be compared with the chievements of Cerecedo (1933), Hayashi and Kornberg (1951, 1953), Wang and Lampe, and Lora (1952) who showed that the decomposition of pyrimidine in live organism occurs by way of barbituric acid. The confirmation that in bacteriae there occurs a fermentation of „barbiturase” creates certain perspectives for the solving of the problem of the influence of barbiturates on plants.

LITERATURA

- Allen E. K., Allen O. N. i Newman A. S., 1953, *Amer. J. Bot.* 40: 429—435.
- Allen E. K. i Allen O. N., 1958, Ruhland W. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Berlin-Göttingen-Heidelberg, Bd. VIII: 49—118.
- Ber A., 1949 a. *Acta Soc. Bot. Pol.* 20: 125—130.
- Ber A., 1949 b. *Acta Soc. Bot. Pol.* 20: 131—136.
- Ber A., 1949 c. *Acta Soc. Bot. Pol.* 20: 137—142.
- Ber A., 1949 d. *Acta Soc. Bot. Pol.* 20: 143—150.
- Ber A., 1949 e. *Experientia* 5: 455.
- Ber A., 1950. Hormony wzrostu roślin zielonych, grzybów i bakterii. Warszawa, Książka i Wiedza, 51—143.
- Biełozierskij A. N., 1944. *Mikrobiologia* 8, 23.
- Bobrański B., Jakubiec T., Prelicz D., 1956. *Rocz. Chemii* 30, 1: 175—184.
- Böttger I., 1958 a. w Ruhlanda W. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Berlin-Göttingen-Heidelberg, Bd. VIII: 761—813
- Böttger I., 1958 b. w Ruhlanda W. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Berlin-Göttingen-Heidelberg, Bd. VIII: 814—843.
- Bünning E., 1953. *Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze*, III Auflage, Berlin.
- Cerecedo L. R., 1933. *Ann. Rev. Biochem.* 2: 109—128.
- Dadlez J. i Kubikowski P., 1953. *Farmakologia i toksykologia leków*, Warszawa, PZWL.
- Dmochowski A., Maciejewska-Potapczykowa W., Sempłńska E., 1957. *Acta Soc. Bot. Pol.* 26: 361—371.
- Gamski M., 1955, *Pol. Tyg. Lek.*, 10: 1265.
- Gamski M., 1956, *Pol. Arch. Med. Wewn.* 26: 1079.
- Górski F., 1955, 1957. *Zarys fizjologii roślin. Cz. I i II*, Kraków PWN.
- Gumiński S. i Gumińska Z., 1953, *Acta Soc. Bot. Pol.* 22: 45—63.
- Hano J., 1955, *Farmakodynamika*, Warszawa, PZWL.
- Hayaishi O. i Kornberg A., 1951, *J. Amer. Chem. Soc.* 73: 2975—2976.
- Hayaishi O. i Kornberg A., 1952, *J. of Biol. Chem.* 197: 717—732.
- Jarosz M., 1956, *Neurol. Neurochirurg. i Psych. Pol.* 6: 459.
- Lara E. J. S., 1952, *J. Bacter.* 64: 271—285.
- Maksimow A., 1947, *Mikroelementy i Mikronawozy*, Warszawa, P.J.W.R.
- Miller O. i Skoog F., 1953, *Amer. J. Bot.* 40: 468—773.
- Miller O., Skoog F., Saltza M., Strong T., 1955 a, *J. Amer. Chem. Soc.* 77: 1392.
- Miller O., Skoog F., Okumara F., Saltza M., Strong T., 1955 b, *J. Amer. Chem. Soc.* 77: 2662.
- Miller O., Skoog F., Okummara F., Saltza M., Strong T., 1956, *J. Amer. Chem. Soc.* 78: 1375.
- Olszewska M., Maciejewska-Potapczykowa W., Sempłńska E., 1957, *Acta Soc. Bot. Pol.* 26: 583—596.
- Podlewski K., 1958, *Leki współczesnej terapii*, Warszawa, PZWL.
- Sellei J., Sellei H., Mayer A., Went F. W., 1942, *Amer. J. Botan.* 29: 513—522.
- Sembrat Z., 1943, *Acta Soc. Bot. Pol.* 11: 333—348.
- Skoog F., 1955, *L'année Biologique*, 1(4).
- Tołłoczko S. i Bobrański B., 1954, *Chemia organiczna*, Warszawa, PWN.
- Toth Z., 1958, *Archiwum Immunologii i Terapii Doświadczalnej*, 6: 465.
- Wang T. P., Lampen J. O., 1952, *J. of Biol. Chem.* 194: 775—791.
- Went F. W., 1938, *Plant Physiol.* 13: 55—88.
- Wiggans S., 1954, *Amer. J. Bot.* 41: 321—326.

Zawartość ołowiu w *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.

The contents of Lead in Calamagrostis epigeios (L.) Roth.

J. SAROSIEK

WSTĘP

Liczne badania nad zawartością mikroelementów w roślinach w ostatnich latach pozostają w prostym związku z zastosowaniem biogeochemicznej metody w poszukiwaniach rud różnych metali. Z tych właśnie badań wyłoniła się chemiczna ekologia jako nowy kierunek badań przyrodniczych (J. Sarosiek 1955). Jednakże nie wszystkie mikroelementy dotychczas zostały objęte systematycznymi badaniami. Na brak systematycznych badań nad zawartością Pb w roślinach i w glebie zwraca uwagę A. P. Winogradow (1954). Autor ten podaje, że Emmerling i Kolkwitz wykazali zawartość 3—6‰ Pb w popiele roślin zebranych z gleb nad złożami rudy ołowiu. Nie mniej jednak Winogradow (1954) utrzymuje, że „nieznane są rośliny koncentrujące Pb, jak i nie ma danych o istnieniu jakiegokolwiek zbiorowiska roślin charakterystycznego dla rud galeny”. Autor ten przytacza fakt znajdowania często na glebach zalegających na złożach rudy ołowiu trawę *Amorpha canescens*, w której zawartość Pb nie jest jeszcze znana.

A. D. Bradshaw (1952) zaobserwował w Anglii, że na żyłach z rudą Pb występowała tylko *Agrostis tenuis*. Ten gatunek trawy dobrze rósł i na podłożu obojętnym pod względem zawartości Pb. Jednakże osobniki tego gatunku przeniesione z podłoża o wysokiej koncentracji Pb do gleb normalnych ginęły w ciągu trzech miesięcy.

Specjalne badania nad zawartością Pb w glebach i w roślinach w Płn. Norwegii (prowincja Peros) przeprowadził Th. Vogt (1942, 1943), a także w Szwecji Brundin i Palmquist (1939). Według Winogradowa (1954) dane są jeszcze skąpe, ale można na ich podstawie przyjąć jako pewnik, że zawartość Pb w roślinach z gleb nad rudami Pb podwyższona jest 2—5 razy. Według tego autora średnia zawartość Pb w roślinach z normalnych gleb wynosi około 1×10^{-4} , a z miejsc występowania rudy Pb 1×10^{-2} , a zatem wzbogacenie w Pb roślin tych miejsc jest 100-krotne.

Podwyższenie zawartości Pb w pędach i liściach *Quercus marilandica* wykazał w swych badaniach J. W. Harbaugh (1950). A. Maksimow (1954) podaje bez

źródeł, że *Calamagrostis* i *Agrostis* sorbują znaczne ilości Pb, a ich popiół zawiera 2,0 do 3,5% Pb oraz że według danych Krusza w Czechach *Triantalis europea* jest wskaźnikiem pokładów rudy Pb.

W Polsce dotychczas specjalnych badań nad zawartością Pb w roślinach nie przeprowadzano. Praca niniejsza zawiera więc analizę zawartości Pb w różnych częściach morfologicznych *Calamagrostis epigeios*, czego w dotychczasowej literaturze botanicznej nie ma.

Analizę zawartości Pb w *Calamagrostis epigeios* przeprowadzono u okazów zebranych z trzech różnych siedlisk ekologicznych, a mianowicie z terenu występowania rudy Pb w Czernowie k. Kowar i z gleb obojętnych w stosunku do Pb na podłożu gabrowym i na podłożu serpentynowym w Sulistrowiczkach k. Sobótki Górki na Dolnym Śląsku.

Materiał do analiz zbierano w okresie wakacji 1956 r. Wszystkie prace laboratoryjne wykonano w Katedrze Ekologii i Geografii Roślin Uniwersytetu Wrocławskiego.

W tym miejscu składam serdeczne podziękowanie Panu Prof. Dr. S. Macko, Kierownikowi Katedry za okazaną pomoc w opracowaniu tego zagadnienia.

KRÓTKI OPIS SIEDLISK

Siedlisko I w Czernowie

Calamagrostis epigeios występuje tu w zbiorowisku murawowym porastającym gleby zwietrzelinowe na odsłonkach serii łupków mikowych na terenie starej kopalni. W serii łupków mikowych występuje żyła, której treść stanowi mieszanina kwarcu i arsenopiryty, a w domieszcze występuje tu także pirit, galena i blenda. A zatem w glebie tego siedliska można było spodziewać się wzbogacenia Pb, jako mikroelementu gleb normalnych.

Siedlisko II w Sulistrowiczkach

Calamagrostis epigeios występuje tu w zbiorowisku zaroślowym pokrywającym stary wyrąb leśny na północno-wschodnim stoku Góry Ślęzy. Podłożem płytkiej i szkieletowej gleby stanowi tu gabra.

Siedlisko III w Sulistrowiczkach

Calamagrostis epigeios występuje tu w zaroślach na skraju lasu sosnowego u podnóża wschodniego stoku Góry Raduni. Podłożem płytkiej i szkieletowej gleby jest tu serpentyn.

METODA OZNACZANIA Pb

1. Pobieranie próbek glebowych. Próby glebowe pobierano z trzech miejsc w każdym siedlisku na głębokości 10—20 cm.

2. Przygotowanie próbki. Glebę dobrze utartą w moździerzu suszono w temp. 110°C. Do analizy brano 5 g utartej i wysuszonej gleby uprzednio przesianej przez sito.

3. Metoda oznaczania. Metodę siarczkową (kolorymetryczną) oznaczania Pb podali N. L. Allport i G. H. Skrimshire 1932. Z uwagi na obecność innych metali próbki gleby i roślin spalano na mokro w stężonych kwasach: siarkowym i azotowym. Reakcję barwną w tej metodzie daje roztwór siarczku sodowego.

4. Pb w materiale roślinnym oznaczono metodą dwufenyloitiokarbazonową (kolorymetryczną) specjalnie przeznaczoną do badań materiału biologicznego. Materiał roślinny utarty w moździerzu suszono w temp. 110°C. Do analizy brano 10 g materiału roślinnego. Próby spalano na mokro.

Tok oznaczania obu wymienionych i zastosowanych metod jest podany w podręczniku N. L. Allporta (1956).

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU W BADANYCH GLEBACH

Wyniki analiz chemicznych zawartości ołowiu w glebach trzech siedlisk z Dolnego Śląska zebrane są w tabeli 1. Z danych przytoczonych w tej tabeli wyraźnie widać, że najwyższą zawartość Pb w glebie wykazuje siedlisko I w Czernowie k. Kowar, co pozostaje tu w prostym związku z zaleganiem warstw rudonośnych Pb pod glebą.

Tabela 1

Procentowa zawartość ołowiu w glebie badanych siedlisk

Siedlisko	próby	Ilość analiz chemicznych	Pb w ‰ s.m. gleby	Pb w ‰ s.m. gleby wyraż. w potęgze
Gleba z podłoża gabra w Sulistrowiczkach k. Sobótki	1 2 3	3 3 3	0,0082 0,0091 0,0036	$8,2 \times 10^{-3}$ $9,1 \times 10^{-3}$ $3,6 \times 10^{-3}$
Gleba z podłoża serpentynu w Sulistrowiczkach k. Sobótki	1 2 3	5 5 4	0,0010 0,00088 0,00053	$1,0 \times 10^{-3}$ $8,8 \times 10^{-4}$ $5,3 \times 10^{-4}$
Gleba nad podkładami rudy Pb w Czernowie k. Kowar	1 2 3	4 4 4	0,025 0,047 0,034	$2,5 \times 10^{-2}$ $4,7 \times 10^{-2}$ $3,4 \times 10^{-2}$

W porównaniu z zawartością Pb w glebie z podłoża serpentynowego (siedlisko III w Sulistrowiczkach) gleba w Czernowie wykazuje 100-krotne wzbogacenie w Pb, jako mikroelementu gleby.

Gleba z podłoża gabrowego w Sulistrowiczkach (siedlisko II) wykazuje pośrednie stanowisko pod względem zawartości w niej Pb. Zawartość Pb w glebie na podłożu gabrowym leży w granicy średniej zawartości Pb w normalnych glebach,

podanej przez Winogradowa, a która wynosi $n \times 10^{-3}$. Najuboższa zatem gleba w Pb jest w siedlisku III na podłożu serpentynowym. Zawartość Pb w tej glebie leży poniżej średniej zawartości tego mikroelementu w normalnych glebach, a mianowicie $n \times 10^{-4}$.

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU W POPIELE *CALAMAGROSTIS EPIGEIOS* (L.) ROTH.

Wyniki analiz chemicznych zawartości Pb w różnych częściach morfologicznych *Calamagrostis epigeios* z trzech siedlisk ekologicznych zebrane są w tabeli 2.

T a b e l a 2
Średnia zawartość Pb w popiele *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.
(na 10 g s.m.)

Siedlisko	Części morfolo- giczne	Ilość analiz	Zawartość popiołu		Zawartość Pb w popiele	
			w mg	w 0/0 s. m.	Pb w mg	Pb w 0/0
Zarośla trawiaste na pod- łożu serpentynowym w m. Sulistrowiczki	liście	4	751,8	7,518	11,65	1,55
	żdźbła	4	708,6	7,086	9,35	1,32
	rozłogi	4	623,3	6,233	1,12	0,18
	korzenie	3	391,4	3,914	0,35	0,09
	kwiatostany	4	499,6	4,996	5,24	1,05
	nasiona	3	435,4	4,354	11,58	2,66
Zarośla na zrębach leśnych na podłożu gabrowym w m. Sulistrowiczki.	liście	6	805,0	8,05	19,56	2,43
	żdźbła	6	762,6	7,626	15,78	2,07
	rozłogi	6	712,0	7,12	5,34	0,75
	korzenie	4	432,0	4,32	1,12	0,26
	kwiatostany	6	502,0	5,02	14,26	2,83
	nasiona	4	452,7	4,527	15,84	3,50
Zarośla trawiaste z gleby znad warstw rudonośnych Pb w Czernowie	liście	6	732,8	7,328	31,66	4,32
	żdźbła	6	690,7	6,901	25,87	3,74
	rozłogi	6	608,8	6,088	9,25	1,52
	korzenie	4	386,4	3,864	4,44	1,15
	kwiatostany	6	490,2	4,902	23,53	4,80
	nasiona	4	415,7	4,157	28,76	6,80

Na podstawie wyników analiz chemicznych można określić *Calamagrostis epigeios* jako roślinę koncentrującą selektywnie Pb wśród innych roślin (określenie Winogradowa 1954). Zbadana zawartość Pb w *Calamagrostis epigeios* z trzech różnych siedlisk pod względem zawartości Pb w glebie wykazuje stałą koncentrację tego mikroelementu, wyższą od średniej zawartości tego pierwiastka w popiele roślin 100 krotnie, a nawet 1000 krotnie. Nie bez znaczenia jednak w tym wypadku pozostaje zawartość Pb w podłożu. W siedlisku w Czernowie, gdzie gleba wykazuje prawie 100 krotne wzbogacenie w Pb, *Calamagrostis epigeios* wykazuje najwyższą

koncentrację Pb w popiele. Natomiast najniższą koncentrację Pb w popiele wykazały okazy *Calamagrostis epigeios* z siedliska w Sulistrowiczkach na podłożu serpentynowym, którego gleba jest najuboższa w Pb. *Calamagrostis epigeios* z siedliska w Czernowie, w którym koncentracja Pb w glebie jest 100 krotnie wyższa od średniej zawartości Pb gdzie indziej w podłożach wykazuje 2—3 krotnie zwiększoną procentową zawartość Pb w popiele. Najwyższa zawartość Pb w *Calamagrostis epigeios* występuje w popiele nasion. W literaturze spotyka się dane o zwiększonej koncentracji niektórych mikroelementów w nasionach traw, a przykładem może być od dawna znany fakt zwiększonej nieco zawartości Au w nasionach kukurydzy. Na drugim miejscu pod względem zawartości Pb w *Calamagrostis epigeios* znajdują się liście, następnie źdźbła i całe kwiatostany. Najniższą zawartość Pb w popiele wykazały rozłogi i korzenie *Calamagrostis epigeios*.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Autor w niniejszej pracy przedstawił badania nad zawartością ołowiu w popiele *Calamagrostis epigeios* w różnych częściach morfologicznych z trzech różnych siedlisk ekologicznych, w których autor zbadał zawartość Pb w glebie. Wyniki badań analitycznych zebrane są w tab. 1 i w 2. Na podstawie danych tab. 1 i 2 autor wysnuł następujące wnioski streszczające niniejszą pracę:

1. Zbadane gleby trzech siedlisk ekologicznych wykazują dużą rozpiętość pod względem zawartości ołowiu. Najniższą zawartość Pb wykazała gleba z podłoża serpentynowego ($n \times 10^{-4}$). Zawartość Pb w glebie z podłoża gabra jest w granicy średniej normalnej zawartości tego mikroelementu ($n \times 10^{-3}$). Gleba nad pokładami rudonośnymi Pb w Czernowie wykazała 100-krotne wzbogacenie w Pb ($n \times 10^{-2}$).

2. *Calamagrostis epigeios* jest organizmem koncentrującym Pb selektywnie wśród innych roślin we wszystkich zbadanych siedliskach ekologicznych.

3. Stopień koncentracji Pb w popiele *Calamagrostis epigeios* uzależniony jest od zawartości Pb w podłożu. Najwyższy stopień koncentracji Pb w popiele *Calamagrostis epigeios* wykazano w siedlisku w Czernowie, którego gleba posiada 100 krotnie podwyższoną zawartość Pb, natomiast najniższą koncentrację w siedlisku gleby na podłożu serpentynowym najuboższym w Pb.

4. Najwyższą zawartość Pb w popiele *Calamagrostis epigeios* wykazują nasiona, a najniższą rozłogi i korzenie. Pośrednie stanowisko wykazują liście, źdźbła i kwiatostany.

SUMMARY

This work describes research on lead content in the ashes of *Calamagrostis epigeios* in various morphological parts from three different ecological centres, in which the content of Pb in the soil was investigated. The results of analytical research are shown in Tables I and II. On the basis of the data from these tables the following conclusions have been drawn in summarizing the work:

1) The investigated soils of three ecological centres show a great range in the lead content. The lowest Pb content was shown by soil from serpentine substratum ($n \times 10^{-4}$). The content of Pb in the soil from gabbro substratum is in the average range of normal content of this microelement ($n \times 10^{-3}$). The soil over ore-bearing beds of Pb in Czernów showed 100 times increased enrichment in Pb ($n \times 10^{-2}$).

2) *Calamagrostis epigeios* is an organism concentrating Pb selectively among other plants in all investigated ecological centres.

3) The degree of concentration of Pb in the ashes of *Calamagrostis epigeios* depends however on the content of Pb in substratum.

The highest degree of concentration of Pb in the ashes of *Calamagrostis epigeios* was shown in the centres in Czernów whose soil has 100 times increased Pb content. The lowest concentration was found in the centre of soil on the serpentine substratum with the lowest Pb content.

4) The greatest Pb content in the ashes of *Calamagrostis epigeios* was shown by the seeds and the lowest by the stolons and the roots. A medium state was found in the leaves, blades, and blooms.

LITERATURA

- Allport N. L., i Skrimshire G. H., 1932, Analyst, 57: 440.
 Allport N. L., 1956, Analiza kolorymetryczna, PZWL, Warszawa.
 Bradshaw A. D., 1952, Population of *Agrostis tenuis* resistant to lead and zinc poisoning, Nature 169: 1098.
 Brundin i Palmquist, 1939, Swedish Prospecting Co., P.M. angående war geokemiska prospekterings-method, Malmo, Sweden.
 Harbaugh J. W., 1950, Biochemical investigations in the Tristate District, Econ. Geol. 45, S. 49.
 Maksimow A., 1954, Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów, PWRiL, W-wa.
 Sarosiek J., 1955, Chemiczna ekologia — nowy kierunek badań ekologicznych, Kosmos, Seria A. 4 (1—2): 265—273.
 Winogradow A. P., 1952, Osnownyje zakonomiarnosti w raspriedelenii mikroelementow mieźdu rastienijami a sredoj. Sb. Mikroelementy w żiźni rastienij i žiwotnych S. 7—37. Izd. A.N. ZSSR., Moskwa.
 Winogradow A. P., 1954, Poiski rudnych miestoroźdienij po rastienjam i poczwam, Trudy Biogeochemiczskoj łaboratorii. X. S: 2—27.
 Vogt Th., 1942, Geokjemisk og geobotanisk malmleting IV. Plantevekst og jordbunn ved Roros malmene. Norske Videnskab. Selska. Forh. 15, 7—25.
 Vogt Th., Bradlie O. a. Berg H., 1943, Bestemmelse Cu, Zn, Pb, Mn og Fe i planter fra Rorosfeltet K. Norske Videnk. a. selsk. Forh. 16, 55—58.

Variations of Length of Vessel Members and Fibres in the Trunk of *Robinia pseudoacacia*

A. HEJNOWICZ and Z. HEJNOWICZ

Variations in the length of tracheal elements in trees with non-storeyed wood have been the subject of numerous investigations (see bibliographic lists assembled by Bisset 1949, and Spurr and Hyvarinen 1954) which lead to some conclusions of a general nature: the average length of tracheal elements increases along the radius from the centre of the tree outwards; secondly, in wood with distinct growth rings the length of fibres or tracheids within one growth ring increases markedly from the first formed early wood to late wood.

On the other hand, much less is known about the variations of element's length in storeyed wood. In fact, only one report (Chalk et al. 1955) deals with these problems. Chalk and co-workers studied the wood of subtropical tree species (*Papilionaceae*, *Tilliaceae*) and found seasonal changes in fibre length but no general tendency to increase the length from the pith outwards.

In non-storeyed wood the increase of fibre length away from the pith is caused by the increase of the average length of fusiform initials with the aging of cambium (Hejnowicz 1958). This of course cannot be the case in storeyed wood since, as is well known, fusiform initials of storeyed cambium do not grow in length. Nevertheless, preliminary investigations on the wood of *Robinia*, which has a typically storeyed cambium, have shown that the length of fibres of this species increases from the pith outwards similarly as in species with non-storeyed cambium. The study of this problem has been the aim of this investigation.

MATERIAL AND METHODS

The investigation was carried out on one trunk of *Robinia pseudoacacia* L. from the Arboretum of Kórník. The age of the tree was 36 years, the height 17 m., and the diameter one metre above ground 22 cm. The length of fibres and vessel members was measured in about 700 wood samples taken from various parts of the trunk and from various parts of the particular rings. The procedure was as follows. First a groove was cut on the trunk to mark the north side and then discs about 4 cm. thick were sawn off at the levels listed in Table 1. From the northern

side of each disc a narrow block was cut out from the pith to the cambium. After measuring the thickness of the annual rings the blocks were split into the particular annual growth rings. The splitting was controlled microscopically on thin transversal sections. From both faces of the rings thin shavings were removed with a razor. The shavings were macerated separately. Sections from adaxial faces were labelled *layer a*, and from the opposite faces *layer c*. Layers *a* corresponded to the earliest spring wood and layers *c* to the latest wood. The remaining part of every ring was split into two halves tangentially. Sections corresponding to the middle part of a ring were sliced off the planes of division and labelled *layer b*.

Table 1

Examined levels

Level	Heigt above ground metres	Length of north radius cm.	Number of annual rings	Number of examined rings
A	0,0	12,8	35	all, except rings 30—34
B	1,0	9,8	32	all
C	2,1	8,4	28	all, except rings 10 and 16
E	4,2	6,5	26	all
G	6,2	6,0	22	all
J	8,3	3,4	18	all
K	10,4	3,1	14	all
L	12,5	2,5	10	all
N	14,6	1,6	6	all
O	15,6	1,1	4	all

The first growth ring in most levels was very thin and could not be split into layers. Consequently sections from the radial side of that growth ring corresponding to its full thickness were macerated. In the case of growth rings 14—17 from level E the examinations were more detailed and for this purpose the part of the block including these rings was cut tangentially into sections 0.1 mm. thick on a microtome.

For maceration glacial acetic acid and perhydrol were used. The wood samples were placed in test tubes and a 1 : 1 mixture of the acid and perhydrol was added. The test tubes were placed in a water bath at 100°C for eight hours. After maceration the sections were washed twice with cold distilled water and then shaken in a small amount of water until they disintegrated into the particular elements. The suspension was centrifuged, the water decanted, some glycerine added, and then placed drop by drop on slides. The suspensions prepared in this manner contained almost no broken fibres.

In each wood sample the length of 50 fibres and in some samples also of 50 vessel members was measured. Measurements were made under a microscope equipped with a 7 X micrometer ocular and an 8 X objective. Altogether about 39 000 fibres and 2 800 vessel members were measured.

RESULTS

Length of vessel members

The length of vessel members is approximately the same as the length of fusiform initials from which they developed. For this reason the length of vessel members in a growth ring is indicative of the length of cambial initials at the time the ring was formed.

Table 2
Length of vessel members (mm)

No. of ring \ Level	C	E	G	J	N	O
1	0,175			0,185		0,179
2	0,178	0,177	0,169			
3			0,179		0,207	
4	0,170		0,184			0,202
6	0,187	0,197	0,178	0,197	0,204	
7			0,189			
11	0,189	0,200	0,184	0,204		
12	0,184		0,191			
16	0,184	0,195	0,188	0,195		
18			0,189	0,199		
19			0,198			
20			0,203			
21		0,210	0,209			
22	0,193		0,208			
26	0,199	0,212				

The lengths of vessel members in various growth rings from several levels are listed in Table 2. It will be seen in this table that there is a small increase of length as the distance from the pith increases. The average length of vessel members increases 10—20 per cent over a distance of about 20 rings.

Examinations of the particular layers within growth rings show that in one growth ring the length of vessel members does not vary.

Length of fibres

The first step was to determine the fibre length in different parts of a growth ring. The results are illustrated in Fig. 1. It will be seen from the figure that there is a distinct change of fibre length within one growth ring. The shortest fibres are found in the first growth layers in the part of the ring with the large vessels of early wood. In the middle part of a ring the length of fibres, having reached a maximum, remains more or less constant and drops somewhat in the outermost layers corresponding to the latest wood.

This result confirms the correctness of the sampling method used in this work. It is obvious that for disclosing the variations of fibre length along the radius

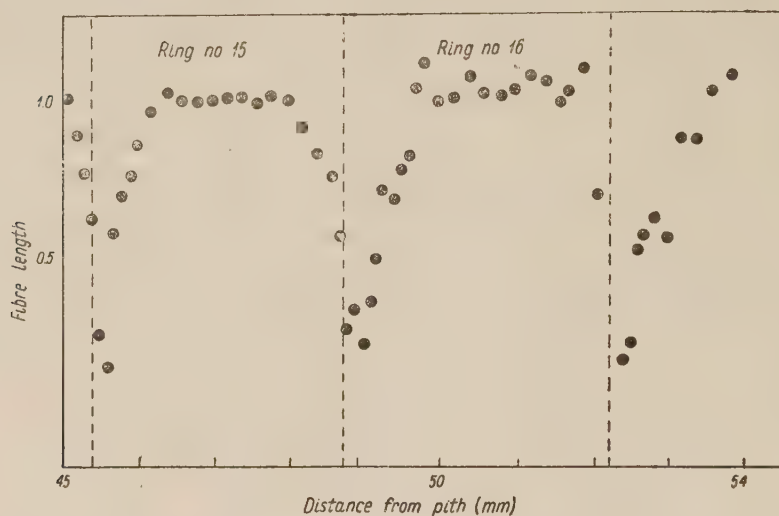


Fig. 1. Variations of fibre length in growth rings at level E

the measurements must be made in those parts of rings where the fibre length has extreme values, i.e. on both faces and in the middle of rings (layers *a*, *b*, and *c*).

The averages of fibre length in layers *a*, *b*, and *c* in successive rings on various levels are illustrated in Fig. 2. In each ring the shortest fibres occur in the layer *a* corresponding to the early wood. On the whole the length of fibres in layer *c* is somewhat less than in layer *b*. The lack of difference between these two layers in some growth rings is probably due to the fact that when slicing off the layers *c* the ring was cut in too deeply, especially in the case of thin rings.

The most characteristic trait of the variation of fibre length in *Robinia* is the distinct increase of the length from the pith outwards in layers *b* and *c*, while the length of fibres in the earliest wood remains unchanged. This trait is best illustrated

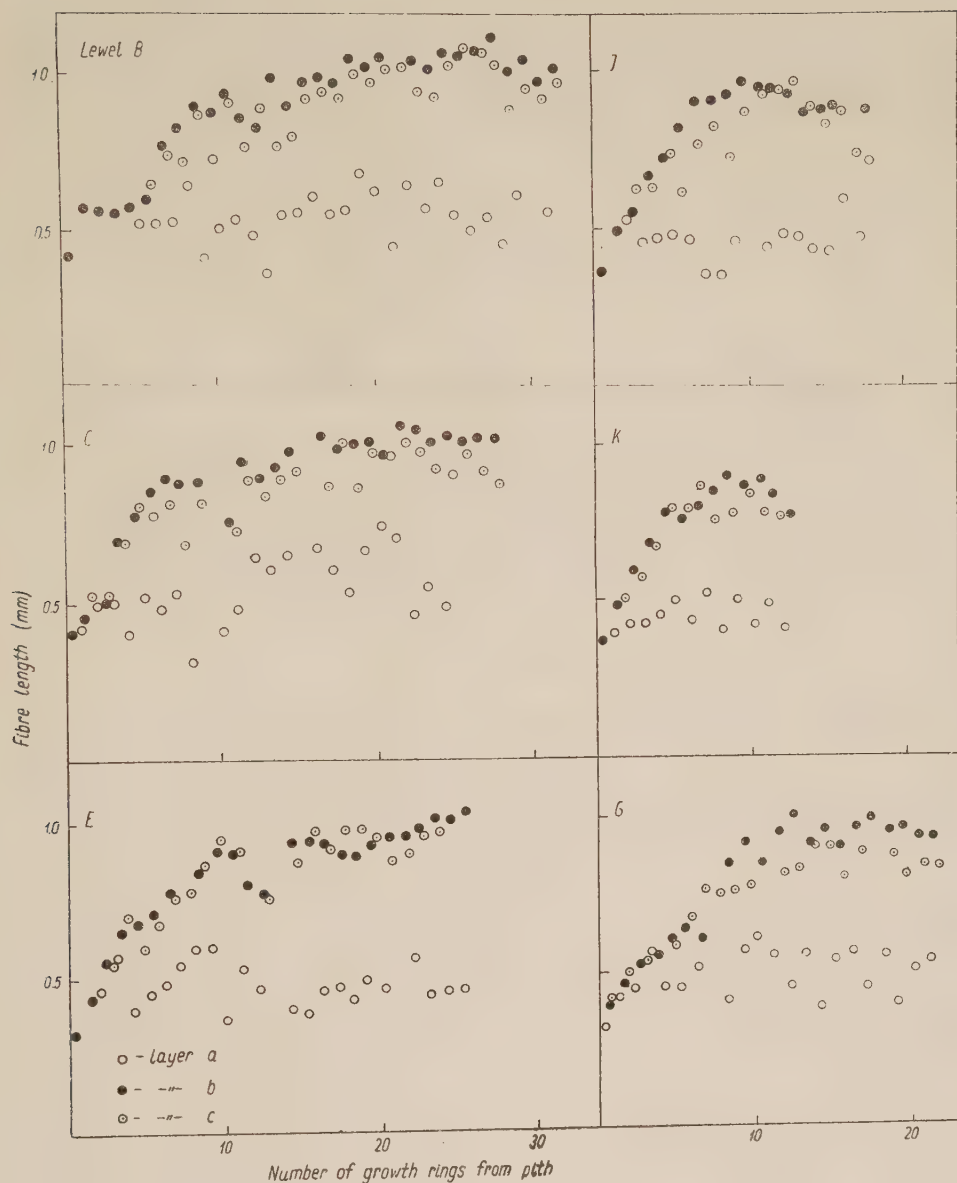


Fig. 2. Length of fibres in different layers of growth rings

Layer *a* — adaxial surface of ring (first formed earlywood), layer *b* — middle part of ring, layer *c* — outer surface of ring

in Fig. 3 showing the length of fibres in layers *a* and *b* plotted against the distance from the pith. To make the curves more legible the average fibre length from four successive rings was computed for each of the two layers and was plotted against the average distance from the pith of the particular group of layers.

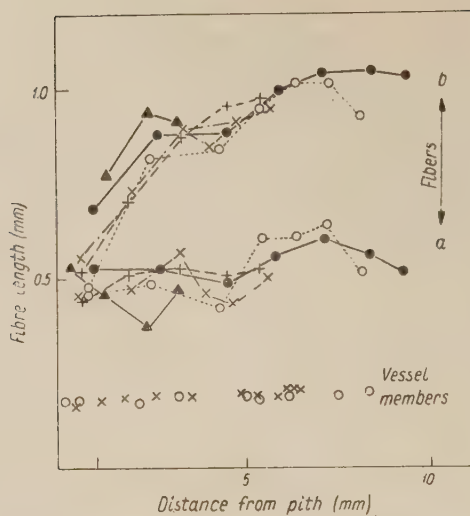


Fig. 3. Length of fibres in layers *a* (first formed early wood) and *b* (later wood) at different levels plotted against the distance from the pith. The length of vessel members from two levels is plotted (lower dots) for comparison

DISCUSSION

In species with non-storeyed cambium the increase of the fibres in length outwards from the pith is due to increasing of the average length of fusiform initials with aging of the cambium. It is indicated by the fact that the increase of vessel members length is equally pronounced as the increase of fibre length. Intrusive growth which is the other factor affecting the length of fibres, as was demonstrated in an investigation on *Populus tremula* (Hejnowicz 1957), has no influence of the increase of fibre length outwards from the pith. It is related to annual changes of fibre length only, which changes are superimposed on the increase from the pith away (Fig. 4a)

In the case of *Robinia pseudoacacia*, which is a species with storeyed cambium, the situation is different. In the wood of this species there is a small increase of the length of vessel members and a considerable increase of the fibre length in late wood (Fig. 4 b).

The small increase of the average length of vessel members in *Robinia* seems to indicate that, analogically, the length of fusiform initials increases with the aging of cambium. What is the mechanism of this growth is at present unknown. Perhaps it is caused by the elimination of the shorter fusiform cells similarly as it was observed by Bannan (1957) in non-storeyed cambium. However, the small increase of the length of fusiform initials does not explain the considerable increase of fibre length in late wood. Undoubtedly the last one is due to the higher and higher degree of intrusive growth of developing fibres. The elongation of late wood fibres (intrusive growth) is in the first years about 300 per cent and rises during 20 years to 500 per

cent of the length of fusiform initials. This change of intrusive growth does not affect the fibres of the earliest wood. In this last case the degree of intrusive growth is almost independent of the age of cambium and amounts to about 250 per cent only.

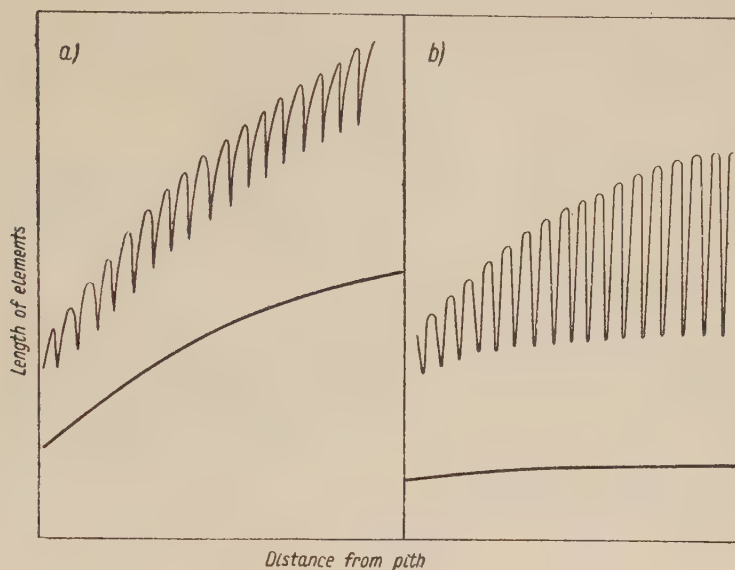


Fig. 4. Variation in length of fibres (top line) and vessel members (bottom line) plotted against distance from pith. a) — in non-storeyed wood of *Populus tremula* (Hejnowicz 1957),
b) — in storeyed wood of *Robinia pseudoacacia*

Wood layers in which fibres are affected by the change of elongation constitute the main part of each growth ring and the main mass of wood in *Robinia*. Thus the length of the majority of wood fibres in *Robinia* increases from the pith outwards. This property is analogical to that manifested by non-storeyed wood, but the manner in which it develops differs in each case. In *Robinia*, representing species with storeyed wood, the increase of fibre length is due to higher and higher degree of intrusive growth whereas in species with non-storeyed cambium the increase of fibre length is due to the increase of the length of fusiform initials.

The convergence in the increase of fibre length along the radius in species with non-storeyed wood and in a species with storeyed wood seems to be not accidental.

The correlation between the length of fibres and the mechanical properties of wood is not yet clear. However, practitioners are well aware that wood from the peripheral parts of a trunk has better mechanical properties than wood from the central part. The adaptive meaning of these changes is plain: wood newly formed in the trunk must have better mechanical qualities since the stresses in the trunk

of a tree associated with the growth of the crown rise more rapidly than the growth of wood. The increase of fibre length away from the pith would then be one of the means for improving the mechanical strength of the trunk.

The Authors are much indebted to Prof. H. Teleżyński for his valuable criticism and to Miss A. Jachnik for performing the main part of technical work.

SUMMARY

The length of fibres and vessel members in storeyed wood of *Robinia pseudoacacia* was measured.

A distinct cyclic seasonal change in fibre length, with the minimum in the first formed early wood, was recorded.

In the case of fibres of the first formed early wood there is no general tendency towards an increase of length from the pith outwards, while in other parts of wood this tendency is as clearly marked as in non-storeyed wood. Consequently the amplitude of seasonal variations of fibre length increases slightly from the pith outwards.

In non-storeyed wood the variation of fibre length from the pith outwards is associated with the changes in the length of fusiform initials. In storeyed wood *Robinia*, this variation is due to the change in degree of intrusive growth of fibres during their differentiation.

REFERENCES

- Bisset I. J. W., 1949, I. Bibliography of references on the variations of tracheid and fibre lengths and their distributions in gymnosperms and angiosperms. II. Summarized data on the variation of fibre and tracheid lengths and their distribution in angiosperms and gymnosperms, Bibliogr. Ser. Div. For. Prod. Aust. 37. 5 + 5 pp.
- Chalk L., Marstrand E. B. and de C. Walsh J. P., 1955, Fibre length in storeyed hardwoods, Acta Botanica Neerlandica 4: 339—347.
- Bannan M. W., 1957, The relative frequency of the different types of anticlinal divisions in conifer cambium, Canadian Journ. Bot. 35: 855—884.
- Hejnowicz A. and Hejnowicz Z., 1958, Variations of length of vessel members and fibres in the trunk of *Populus tremula* L.: Acta Soc. Bot. Pol. 1: 131—159.
- Spurr S. H. and Hyvarinen M. J., 1954, Wood fiber length as related to position in tree and growth, Bot. Review 20: 561—575.

Przedstawiciele rodziny *Zingiberaceae* w trzeciorzędzie Dobrzynia nad Wisłą

*Representatives of the Zingiberaceae in the Miocene beds at Dobrzyń on the Vistula,
Poland*

S. KOWNAS

Poszukiwania, a następnie gromadzenie i opracowanie szczątków roślinnych zachowanych w odkrywkach trzeciorzędu w okolicach Dobrzynia n. Wisłą rozpocząłem jeszcze w 1946 roku.

Początkowo zostały opracowane drewna, pospolicie występujące w pokładach węgla brunatnego (Kownas 1951), a następnie inne szczątki roślinne, jak liście, owoce i nasiona, spotykane głównie w ciemnych ilach położonych ponad pokładem węgla brunatnego (Kownas 1956). Zebrane materiały pozwoliły na wyróżnienie 55 gatunków różnych szczątków roślinnych.

Po opracowaniu tych materiałów zdawałem sobie sprawę, że nie wyczerpują one wszystkich możliwości i że odkrywki w Dobrzyniu zawierają jeszcze ogromne bogactwo szczątków innych roślin, których dotychczas nie udało się znaleźć. Przemawiała za tym wielka ilość materiałów z florą zawartych w odkrywkach brzegu Wisły na przestrzeni około 3 km; dlatego też nie zaprzestałem dalszych poszukiwań, które zgodnie z przewidywaniami dostarczyły kilku nowych gatunków.

Materiały te łącznie z poprzednio opracowanymi szczątkami pozwolą na bardziej szczegółową analizę trzeciorzędowej flory w Dobrzyniu i jej powiązań z innymi florami Polski.

Wśród tych nowych znalezisk na szczególną uwagę zasługują szczątki roślin należących do rodziny *Zingiberaceae*.

Jest to rodzina, której przedstawiciele rosną obecnie wyłącznie w klimacie tropikalnym i subtropikalnym. Według Schumanna (1912) i Warburga (1926) rodzina *Zingiberaceae* liczy ponad 800 gatunków zgrupowanych w 38 rodzajach. Przytłaczająca większość należących tu gatunków rośnie obecnie w południowo-wschodniej Azji oraz na wyspach Borneo, Celebes, Nowej Gwinei, Filipinach i innych, wkraczając na południu aż do północnej Australii. Na północy sięgają do podnóża Himalajów obejmując południowe prowincje Chin — Yunnan i Kuangtung. Dalej na północ ilość występujących gatunków gwałtownie maleje. Tylko

nieliczne gatunki spotyka się jeszcze na wyspie Taiwan, a 2 gatunki rosną w południowej Japonii na wyspie Kiusiu. Poza Azją rodzina *Zingiberaceae* posiada swych przedstawicieli w równikowej Afryce i na Madagaskarze oraz w Ameryce Środkowej. W ten sposób szeroki zasięg rodziny *Zingiberaceae* rozciąga się prawie na cały pas gorącej strefy międzyzwrotnikowej.

Geograficzne zasięgi, budowa i biologia niektórych gatunków rodziny *Zingiberaceae* są jeszcze stosunkowo mało zbadane. Wyjątek stanowią gatunki, które od wieków były zbierane lub uprawiane w Azji, przeważnie dla celów leczniczych lub jako rośliny przyprawowe, np. *Zingiber officinale* Roscoe, *Elattaria cardamomum* White et Maton, *Curcuma zedoaria* Roscoe, *Alpinia galanga* L. oraz gatunki hodowane w szklarniach przy ogrodach botanicznych.

Do rodziny *Zingiberaceae* należą rośliny trwałe o nierozgałęzionych pędach zielnych, dochodzących u niektórych gatunków do 8 m wysokości. Pędy wyrastają z poziomo rozłożonych, rozgałęzionych kłaczy, które rozciągają się na znacznej przestrzeni. Na kłaczach widoczne są zwykle wyraźne ślady pochew liściowych w postaci obrączek otaczających kłacza. Gęsto wyrastające z kłaczy korzenie często posiadają bulwiaste zgrubienie.

Pędy, które mogą wyrastać z różnych punktów kłacza, tworzą zwykle gęste zarośla. Łodyga otoczona jest pochwami liściowymi, które wzajemnie się pokrywają. Często stożek wzrostu pędu zamiera i pozorny pęd składa się właściwie z samych pochew liściowych. Występuje to szczególnie w tych wypadkach jak np. w rodzaju *Amomum*, którego wszystkie gatunki posiadają oddzielnie pędy ulistnione, a oddzielnie pędy kwiatonośne. Ponieważ podziemne części rośliny rozciągają się zwykle na dużej przestrzeni, pędy kwiatowe mogą się znaleźć w znacznej odległości od pędów ulistnionych i zidentyfikowanie, które pędy należą do tego samego gatunku, naraża na poważne trudności.

Liście równoległe unerwione zawsze posiadają długą pochwę, szczelnie okrywającą łodygę i otwartą na całej długości.

Przy nasadzie liścia podobnie jak u traw występuje jęczyzek. Liście są różnej długości i szerokości, przeważnie lancetowate, czasami owalne lub prawie okrągłe, a na pędach kwiatonośnych liście przeważnie znacznie mniejsze.

W podrodzinie *Costoideae* mającej swych przedstawicieli głównie w Afryce i Ameryce liście są ustawione skrótoległe, natomiast w podrodzinie *Zingiberoideae*, reprezentowanej przeważnie przez gatunki azjatyckie, liście ustawione są w dwóch naprzemianległych szeregach.

Kwiaty, siedzące lub osadzone na krótkich szypułkach, zebrane są w zwarte główkowate kwiatostany lub w luźne kłosa czy grona, rozwijające się na szczycie pędu. U nasady często występują listki okrywy kwiatostanu. Kwiaty z dużymi, barwnymi przykwiatkami są obupłciowe. Kielich rurkowaty, zrośnięty, z trzema ząbkami na szczycie, korona również rurkowata złożona z trzech u góry wolnych płatków. Pręcik jeden, nitka pręcika często spłaszczona i rurkowato zwinięta. Obok pręcika znajduje się podobne do płatka korony labellum, które jest uważane

za 2 zrośnięte prątniczki. Oprócz tego mogą występować dwa staminodia (prątniczki) podobne do płatków korony lub w postaci 2-ch cienkich nitek, a czasami tylko jako dwa drobne ząbki.

Zalążnia słupka jest dolna, trójkomorowa lub jednokomorowa i zawiera liczne, odwrócone zalążki, osadzone na łożyskach ściennych. Szyjka słupka wciśnięta między worki pyłkowe, a w wypadku spłaszczonej i rurkowato zwiniętej nitki przecika wciśnięta w zagłębienie. Znamię słupka kubkowate. Na zalążni występują często dwa miodniki podobne do szyjek słupka. W podrodzynie *Costoideae* labellum jest duże, barwne, nitki przecików spłaszczone, a staminodiów i miodników brak. W podrodzynie *Zingiberoideae* zwykle występują staminodia i miodniki.

Owoce wielu gatunków rodziny *Zingibaraceae* są stosunkowo mało poznane. Najczęściej są to pękające trójklapowe torebki zawierające wiele nasion. Torebka może być sucha lub mięsniata, podzielona na trzy komory lub jednokomorowa, Wielkość torebki może się wahać od kilku mm do kilkunastu cm, kształty torebek różne, od owalnych do silnie wydłużonych, o powierzchni gładkiej, żeberkowanej lub pokrytej różnego typu wyrostkami. Mogą też występować owoce suche lub mięsiste, trójkomorowe, nie pękające.

Nasiona w torebkach liczne z bielmem i obielmem, które jest silniej rozwinięte i często mączyste. Zarodek mały, cylindryczny, prosty. Nasiona są otoczone mięsistą lub błoniastą osnówką. Kształty nasion różne, od prawie okrągłych lub wydłużonych do nieregularnych, kanciastych. Wielkość różna, od paru mm do 1 cm. Powierzchnia nasion gładka lub urzeźbiona.

Rośliny należące do rodziny *Zingiberaceae* rosną przeważnie na wilgotnych, bagnistych glebach. Niektóre gatunki wymagają otwartych oświetlonych terenów, większość jednak to mieszkańcy bagnistych puszc podzwrotnikowych, gdzie wchodzi w skład gęstych, trudnych do przebycia zarośli dzungli.

Zingiberaceae to rodzina stara o bardzo szerokim zasięgu, której kopalne szczątki notowane są w Europie już od oligocenu do dolnego pliocenu włącznie (Chandler 1925, 1926).

AMOMUM EUROPAEUM n.sp. RODZINA ZINGIBERACEAE

Wśród nowych znalezisk z Dobrzynia na szczególną uwagę zasługuje okaz, który oznaczyłem jako owocostan *Amomum europaeum*. Cały okaz jest mniej więcej okrągły o średnicy 10 cm, dobrze widoczny na dwóch częściach przełomu. Dolna część przełomu przedstawiona na Tab. II fig. 1 jest nasadową częścią całego owocostanu z dobrze widocznymi okrywami. Na okazie widoczny jest szczyt łodygi, na której osadzony jest owocostan. Łodyga ta zachowała się w postaci skośnego, głębokiego otworu wypełnionego częściowo całkowicie zniszczonym materiałem. Łodyga miała niewiele ponad 1 cm średnicy, lecz na skutek skośnego sprasowania jest owalna i położona ekscentrycznie w stosunku do całego owocostanu. Listki okryw owocostanu biegną promieniście od nasady, a ich długość tylko nieznacznie

przekraczała jego promień, gdyż tylko bardzo niewiele i miejscami wykraczają poza obręb owocostanu. Poszczególne listki okrywy kwiatostanu nakrywają się brzegami i skutkiem tego tworzą jedną całość z wyraźnym równoległym unerwieniem biegnącym promieniście od nasady. Odciski poszczególnych owoców są tylko słabo zaznaczone.

Na górnej stronie przekłomu przedstawionego na Tab. I fig. 1 jest widoczny cały owocostan oglądany od strony nasadowej. Na okazie tym widoczne są dobrze poszczególne owoce w ilości 23 sztuk. Owoce są okrągłe lub nieco owalne o przeciętnej średnicy około 1,5 cm. Każdy z owoców otoczony jest ciemną warstwą



Ryc. 1. *A. polycarpum* K. Schum. a) Niedojrzały owocostan. b) Owoc, wg K. Schumanna.
A. polycarpum K. Schum. a) Immature infructescence. b) fruit

całkowicie zniszczonych listków okrywy owocostanu, które prawdopodobnie wrażyły również między poszczególne owoce. Powierzchnia kilku owoców wykazuje wyraźne równoległe żeberka rozchodzące się promieniście od resztek krótkich szypulek. Widoczne na paru owocach równoległe unerwienie pochodzi prawdopodobnie od przylegających do nich listków okrywy.

Resztki szczytu łodygi położone są ekscentrycznie w stosunku do całości owocostanu — podobnie jak na dolnej części przekłomu. Owocostan dostał się do materiału, w którym został zakonserwowany prawdopodobnie w stanie niedojrzałym. Świadczy o tym brak na okazie wykształconych nasion.

W dostępnej mi literaturze opisu podobnych szczątków nie znalazłem.

Przy poszukiwaniu powiązania tych szczątków z roślinami współczesnymi, wydaje się, że wykazują one największe podobieństwo do rodzaju *Amomum* z rodziny *Zingiberaceae*. Rodzaj *Amomum* jest reprezentowany przez 87 gatunków rosną-

cych wyłącznie w południowej Azji i na wyspach Polinezji. Do rodzaju *Amomum* należą rośliny zwykle potężnych rozmiarów dochodzące do kilku metrów wysokości. Łodygi ulistnione i kwiatonośne występują oddzielnie. Rozwijający się na szczycie łodygi główkowaty kwiatostan jest zwykle zwarty. Rosną na bagnistych terenach puszczy tropikalnych, gdzie tworzą gęste zarośla dżungli. Podobne do rodzaju *Amomum* gatunki rosnące obecnie w Afryce zostały przez K. Schumanna wydzielone w rodzaj *Aframomum*. Ponieważ zdobycie oryginalnych okazów tych tropikalnych roślin jest prawie niemożliwe, zmuszony byłem ograniczyć porównanie jedynie do dostępnych mi rysunków. Okaz z Dobrzynia wykazuje największe podobieństwo do *Amomum polycarpum* K. Schumann (1912, str. 227) ryc. 1 w tekście. Brak na tym okazy wyrostków, jakie występują na *Amomum polycarpum*, można wytłumaczyć tym, że okaz z Dobrzynia widoczny jest od strony dolnej, gdzie wyrostki te nie występują, oraz łatwością ich zniszczenia na materiale kopalnym. W każdym razie stwierdzając to podobieństwo nie można mówić o ich bliskim pokrewieństwie bez szczegółowego porównania z okazami współczesnymi. Znależenie całego owocostanu *Amomum* jest kwestią szczęśliwego przypadku i możliwości dalszych podobnych znalezisk w Dobrzyniu są mało prawdopodobne.

Diagnosis: Inflorescentia statu fructifero globosa 10 cm diametro, apice caulis floriferi 1,5 cm diametro sita, plurimis globosis fructibus 1,5—2 diametro, breviter pedicellatis composita, squamis parallelliter nervatis involucreta: (fructus) baccae parallellibus lamellae onustae. Omnia praesenti speciei Amomum polycarpum K. Schum. simile.

SPIREMATOSPERMUM WETZLERI (HEER) CHANDLER

Drugim przedstawicielem rodziny *Zingiberaceae* w Dobrzyniu jest *Spirematospermum* Wetzleri. Szczątki tej rośliny zostały uprzednio opisane z Dobrzynia na podstawie jednego całego nasienia i jednego odcisku (Kownas 1951, str. 298).

Nowe znaleziska nie tylko potwierdziły obecność tego gatunku, ale wykazały jego masowe występowanie w trzeciorzędzie Dobrzynia. Występują tam pospolicie zarówno nasiona, jak i owoce. Nasiona oraz fragmenty owoców tej rośliny znane były od dawna, zaliczano je do różnych rodzin i opisywano pod różnymi nazwami, jak *Gardenia Wetzleri* Heer, *Passiflora Brauni* Ludwig, *Carpolites Wetzleri*. Dopiero badania Chandler (1925, 1926) pozwoliły na zaliczenie tych szczątków do rodziny *Zingiberaceae*.

Nasiona te, łatwe do wyróżnienia dzięki charakterystycznej spiralnej rzeźbie powierzchni występują w Dobrzyniu pospolicie. Są to nasiona wydłużone o nieregularnych kształtach, zawsze płaskiej nasadzie i z zaokrąglonym szczytem. Wielkość nasion waha się w granicach 5—8 mm długości i 3—4 mm szerokości.

Oprócz nasion w trzeciorzędzie Dobrzynia pospolite są również szczątki owoców tej rośliny.

Okaz przedstawiony na Tab. I fig. 2 jest to cała, dobrze zachowana łupina owocu widoczna od strony wewnętrznej. Owoc w kształcie buławy długości 7,5 cm, najszerszy w pobliżu wierzchołka (około 2 cm). Część szczytowa owocu zaokrąglona, stopniowo zwężająca się w krótką szypułkę, szeroką około 0,4 cm. Na łupinie widoczne są odciski oraz szczątki kilkunastu nasion. Wzdłuż łupiny biegną równoległe nerwy, które wraz z poprzecznymi anastomozami tworzą na całej powierzchni delikatną siateczkę.

Tab. I fig. 3 przedstawia nieco powiększoną część nasadową całego owocu z widoczną zewnętrzną stroną, na której występuje wyraźne podłużne żeberkowanie. Przez pęknięcie między łupinami widoczne są nasiona. Okaz na Tab. II fig. 3 jest również nasadową częścią owocu z widocznym nasieniem.

Owoce *Spirematospermum Wetzleri* pozwoliły Chandler na zaliczenie ich do rodziny *Zingiberaceae*. Pięknie zachowane owoce z trzeciorzędu Niemiec opisał Kirchheimer (1949). Z Polski poza Dobrzyniem szczątki *Spirematospermum Wetzleri* podawane były już wcześniej ze Śląska przez Kräusela (1912). Chandler nie mówi nic na temat pokrewieństwa *Spirematospermum Wetzleri* z jakimkolwiek przedstawicielem obecnie żyjących *Zingiberaceae* i uważa go za gatunek wymarły.

RHIZOCAULON ZINGIBEROIDES n.sp., (*RHIZOCAULON POLYSTACHYUM*
SAP. n.sp. *R. GYPSORUM* SAP).

Znalezienie w trzeciorzędzie Dobrzynia *Amomum europaeum* oraz liczne występowanie w tych odkrywkach *Spirematospermum Wetzleri* rzuca pewne światło na charakter masowo występujących w Dobrzyniu szczątków, które zostały opisane (Kownas 1956) pod nazwą *Rhizocaulon polystachyum* Sap., *Rhizocaulon gypsorum* Sap. i *Rhizocaulon* sp. (Schenk 1890 str. 390).

Są to resztki różnych fragmentów kłaczy, z licznymi śladami korzeniowymi i przebiegającymi przez całą szerokość śladami pochew liściowych w postaci wąskiego pasa otaczającego kłacz. Wielkość tych kłaczy dochodząca do 8 cm średnicy wskazuje, że części nadziemne tych roślin musiały osiągać pokaźne rozmiary. Okaz taki przedstawia Tab. II fig. 2. Z kłaczami wiążą się prawdopodobnie licznie występujące wraz z nimi korzenie.

Do *Rhizocaulon* zaliczone zostały przez Saporta również różnej wielkości fragmenty z delikatnym równoległym unerwieniem, które są interpretowane jako liście. Szczątki te często ułożone są w kilku warstwach łatwo oddzielających się i z Dobrzynia opisane są jako *Rhizocaulon* sp. We wszystkich tych warstwach kierunek przebiegu nerwów jest prawie jednakowy i taki sam jak w łodydze ukrytej pod tymi warstwami. Są to niewątpliwie fragmenty łodyg okrytych kilku warstwami pochew liściowych (Tab. III fig. 1).

Również pospolite są w Dobrzyniu same łodygi podobne do opisanych przez Saporta z trzeciorzędu z Aix i St. Zacharie w południowej Francji jako *Rhizo-*

caulon polystachyum Sap. Szczątki te dochodzące do 6 cm średnicy posiadają w odróżnieniu od kłaczy wyraźne równoległe unerwienie. Przez całą szerokość przebiegają w różnych odległościach poprzeczne ślady nasad pochew liściowych (Tab. III fig. 2). Niewielka szerokość tych śladów wskazuje, że pochwy liści były stosunkowo cienkie i całkowicie otaczały łodygę. Występujące niekiedy na tych łodygach ślady korzeniowe odnoszą się prawdopodobnie do dolnych części łodygi, skąd mogły wyrastać przybyszowe korzenie wspierające.

Opisane szczegóły budowy *Rhizocaulon* wykazują ogromne podobieństwo do części wegetatywnych występujących u roślin z rodziny *Zingiberaceae*. Ponieważ w Dobrzyniu występują dwa gatunki należące do tej rodziny, a mianowicie *Spirematospermum Wetzleri* i *Amomum europaeum*, to różne szczątki opisane jako *Rhizocaulon* mogą należeć zarówno do obu tych gatunków, jak też tylko do jednego z nich. Jak już zaznaczyłem, powiązanie części wegetatywnych (kłacza, pędy ulistnione) i generatywnych (pędy kwiatonośne) należących do tego samego gatunku nawet u współczesnych roślin z rodziny *Zingiberaceae* następuje poważne trudności. Nasiona i owoce *Spirematospermum Wetzleri* są dość często podawane z trzeciorzędu Europy, lecz brak z tych stanowisk równoczesnego opisu szczątków *Rhizocaulon*, można by więc sądzić, że *Rhizocaulon* wiąże się raczej z opisanym *Amomum europaeum*. Ostateczne rozwiązanie będzie możliwe tylko w wypadku znalezienia stanowiska, gdzie występują nasiona lub owoce tylko jednej z tych roślin przy równoczesnej obecności szczątków kłaczy i pędów *Rhizocaulon*.

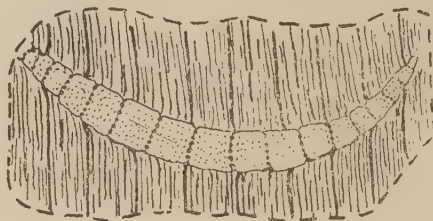
W każdym razie, jeżeli szczątki z Dobrzynia są identyczne z *Rhizocaulon* z Aix i St. Zacharie, to wysunięte poprzednio zastrzeżenie (Kownas 1956 str. 496) w stosunku do zaliczenia tych szczątków do rodziny *Restionaceae* lub do rodzaju *Gahnia* z rodziny *Cyperaceae* jest całkowicie słuszne. Szczątki te należy prawdopodobnie wiązać z rodziną *Zingiberaceae*.

RHIZOCAULON SAPORTAE n.sp.

Nie wszystkie szczątki *Rhizocaulon* należą do jednego gatunku. Świadczy o tym kilka okazów z odmiennymi śladami nasad liściowych. W odróżnieniu od wąskich nasad pochew liściowych otaczających dookoła łodygę, spotykanych u *Rhizocaulon Zingiberoides*, na omawianych okazach ślady nasad liści są szerokie do 0,5 cm, stopniowo zwężające się na obu końcach. Ślady te obejmują tylko część łodygi i świadczą, o tym, że wychodzące z nich liście były grube, mięsiste. Ślady wiązek, dobrze widoczne na tych okazach, ułożone są piętrowo, do 5, w miejscach najszerszych (Ryc. 2, Tab. III fig. 3).

Ponieważ w Dobrzyniu dość pospolicie występują również szczątki liści *Musophyllum polonicum* (Zabłocki 1924), nasuwa się więc przypuszczenie, że opisane wyżej fragmenty łodyg wiążą się właśnie z tym gatunkiem. Jest to tym bardziej prawdopodobne, że szczątki te występują zwykle łącznie z fragmentami liści *Musophyllum*.

Występowanie w trzeciorzędzie Dobrzynia co najmniej dwóch przedstawicieli rodziny *Zingiberaceae* rzuca nowe światło na charakter całej flory Dobrzynia i udział w niej elementu ciepłego klimatu wschodniej Azji. Równocześnie znaleziska te



Ryc. 2. *Rhizocaulon Saportae* n.sp. Ślad nasady liścia
Trace of leaf base

pozwołyły przynajmniej z dużym prawdopodobieństwem wyjaśnić charakter szczątków *Rhizocaulon*, które obok *Taxodium distichum miocenicum* Heer należą do najpospolitszych w trzeciorzędzie Dobrzynia.

Katedra Botaniki WSR
Szczecin

(Wpłynęło dn. 23.I.1959 r.)

SUMMARY

Plant remains occurring in great numbers in the open-cast Tertiary strata at Dobrzyń, on the Vistula, have already been investigated earlier (Kownas 1951, 1956). In this paper results are given of the investigation of several new finds belonging to the *Zingiberaceae*.

AMOMUM EUROPAEUM n.sp.

Among these new finds special attention deserves the infrutescence of *Amomum europaeum*. The whole specimen is more or less circular, 10 cm in diameter, well visible on two sides of the breakage. The lower part shown in Table II fig. 1, is the basal part of the whole infrutescence with the well visible casing, the destroyed base being an oblique aperture. The base, over 1 cm in diameter, is in eccentric position to the infrutescence. Presumably so because of slanting pressing. Leaves of the infrutescence casing, with parallel venation, spread from the base radiantly. Table I fig. 1 shows the upper part of the breakage with the whole infrutescence as seen from the basal part. In this specimen every single fruit, 23 altogether, can be seen clearly.

The fruits are nearly circular with an average diameter of 1,5 cm surrounded by a destroyed layer of small leaves of the coating, which were growing up between the particular fruits. The surface of the fruits shows distinct parallel ribs spreading radiantly from short peduncles.

When compared with contemporary plants, this specimen shows the greatest resemblance to infrutescences observed in the *Amomum* species. To this genus

belong 87 species which are common exclusively in South-East Asia and on the islands of Polynesia. They are of considerable size mostly, and grow in swampy virgin forests of the tropics where they form thick shrubs. Leaf shoots and flower-bearing shoots appear separately in these plants. The inflorescence developing at the top of the unramified inflorescence, is generally compact and head-shaped. The Dobrzyń specimen has some resemblance to *Amomum polycarpum* K. Schum. (Fig. 1). However, since no comparative material was available, a definite establishment of relationship was not possible.

SPIREMATOSPERMUM WETZLERI (HEER) CHANDLER

This is the other one of the representatives of the *Zingiberaceae* at Dobrzyń. Besides great numbers of seeds with characteristic spiral surface design, there are also quite numerous fruit remains of that plant. These seeds have been known from the Tertiary of Europe for a long time since, but no relation of these seeds to any group of contemporary plants could be established. It was not until these seeds, along with fruits, had been found (Chandler 1925, 1926) that these remains could be referred to the *Zingiberaceae* family.

The seeds are elongated, irregular-shaped, with base always flat, and rounded top. The size of seeds ranges from 5—8 mm in length and from 3—4 mm in width. Table I fig. 2 shows the whole fruit scale seen from outside, with numerous traces of seeds. Fruit is club-shaped, 7.5 cm long, the largest width near the base being 2 cm. The whole surface of the fruit is covered with a fine net of parallel veins connected by diagonal anastomoses.

From Poland, apart from Dobrzyń, remains of *Spirematospermum Wetzleri* have already been reported earlier from Silesia by Kräusel (1920). Chandler considers this plant to be an extinct species of the *Zingiberaceae*.

RHIZOCAULON ZINGIBEROIDES n.sp.

To remains most commonly occurring at Dobrzyń, belong numerous fragments of tubers, stems and leaves which bear a striking resemblance to, *Rhizocaulon polystachum* or *R. gypsorum* described by Saporta from the Tertiary of Aix and St. Zacharie. These are fragments of tubers with numerous root traces and sheath traces running over the entire width. Some of these species are over 8 cm in diameter, which suggests that their over-ground parts too were of considerable size (Table II Fig. 2). Leaf fragments with fine parallel venation have also been referred to *Rhizocaulon*. These fragments are often arranged in several layers covering the stems. They are fragments of stems veiled by several layers of tightly adhering leaf sheaths (Table III Fig. 1).

Fragments of mere stems with fine parallel venation to 6 cm wide do also appear. Through the whole width run transverse traces of leaf sheaths. They show that leaf sheaths were relatively thin and that the stem was wholly surrounded by them. The details of the structure of *Rhizocaulon* show an close similarity to the vegetative parts of contemporary plants of the *Zingiberaceae* family.

Since there are at Dobrzyń two species belonging to that family, namely *Spirematospermum Wetzleri* and *Amomum europaeum*, the *Rhizocaulon* remains may belong to both these species as well as to one of them only, because in the *Amomum* species foliated shoots and flower-bearing shoots appear separately and tubers often spread over considerable area, both kinds of shoots may be situated in a considerable

distance from each other. In establishing the mutual relation of the two kinds of shoots, even in contemporary plants, a good deal of difficulties have been encountered.

Seeds and fruits of *Spirematospermum Wetzleri* are relatively often reported from the Tertiary of Europe, although descriptions fail to state the simultaneous appearance of *Rhizocaulon* remains thus one might be inclined to think that they are related rather to *Amomum europaeum*. We shall be able to establish this finally provided a locality will be found where only one of these species occurs jointly with *Rhizocaulon* remains.

In any case, if the remains at Dobrzyń are identical with those of the *Rhizocaulon* from Aix and St. Zacharie, they should in both cases be related to the *Zingiberaceae* family and not to the *Restionaceae* or the *Gahnia* species as it was supposed by Saporta (Schenk 1890, p. 390).

RHIZOCAULON SAPORTAE n.sp.

Yet not all the remains belonging to *Rhizocaulon*, belong to the same species. This is substantiated by some specimens of stems with different vestiges of leaf bases. Unlike the narrow leaf sheaths surrounding the stem as in *Rhizocaulon zingiberoides*, the leaf traces on these specimens are to 0,5 cm wide, gradually joining at the tips. The traces embrace only part of the stem, thus giving evidence that the leaves stemming from them were thick and fleshy. The bundles were arranged story-wise with five bundles at the widest places (Table III Fig. 3). Similar leaves do not appear in contemporary plants of the *Zingiberaceae* family and they belonged to another plant.

Since at Dobrzyń appear also quite commonly remains of leaves of *Musophyllum polonicum* Zabłocki (1924 in litt.), one might suppose that the described stem fragments are related to just this species. This is probable so because these remains usually occur jointly with fragments of *Musophyllum* leaves. Remains of *Rhizocaulon zingiberoides* belong, along with *Taxodium distichum miocenum* Heer. to the most common ones at Dobrzyń whereas *Rhizocaulon Saportae* are relatively rare.

LITERATURA CYTOWANA

- Chandler M. E. J., 1925, The Upper Eocene flora, Pt. I. Palaeontogr. Soc. 1923, London.
 Chandler M. E. J., 1926, The Upper Eocene flora Pt. II. Palaeontogr. Soc. 1924, London.
 Kirchheimer F., 1949, Die Symplocaceen der Erdgeschichtlichen Vergangenheit. Palaeontographica, Bd. 90, Abt. B. Stuttgart.
 Kownas S., 1951, Trzeciorzędowe Drewna z Dobrzynia nad Wisłą, Studia. Soc. Sci. Torun. 1 (3), Toruń.
 Kownas S., 1956, Trzeciorzędowa flora z Dobrzynia nad Wisłą, Acta Geol. Pol. 5, Warszawa.
 Kräusel R., 1920, Nachträge zur tertiärflora Schlesiens: I, II, Jb. K. Preuss. Geol. L.-A., Bd 39, Berlin.
 Schenk A., 1890, Handbuch der Palaeontologie, München — Leipzig.
 Schumann K., 1912, *Zingiberaceae*. Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus, Scitaminae, Heft 20, Leipzig.
 Schumann K., 1912, *Musaceae*. Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus, Scitaminae, Heft 1. Leipzig.
 Warburg O., 1926, Die Pflanzenwelt, Bd 3, Leipzig.
 Zabłocki J., 1924, Trzeciorzędowa flora z Chodzieży, Bull. Acad. Pol. Sci. Lettr., Ser. B, Kraków.

OBJAŚNIENIA DO TABLIC

Tablica I

1 — *Amomum europaeum* n.sp. Wielkość naturalna. 2 — *Spirematospermum Wetzleri* (Heer) Chandler; owoc z widocznymi nasionami i ich odciskami. 3 — Ditto. Nasadowa część owocu z nasionami. Obok gałązka *Toxadium distichum miocenum* Heer, nieco powiększona

1 — *Amomum europaeum* n.sp. — natural size. 2 — *Spirematospermum Wetzleri* (Heer) Chandler — fruit with visible seeds and their impressions. 3 — Part round base of fruit with seeds, near by twig of *Taxodium distichum miocenum* Heer. (close above)

Tablica II

1 — *Amomum europaeum* n.sp. dolna część przełomu. Wielkość naturalna. 2 — *Rhizocaulon zingiberoides* (Sap). n.sp.

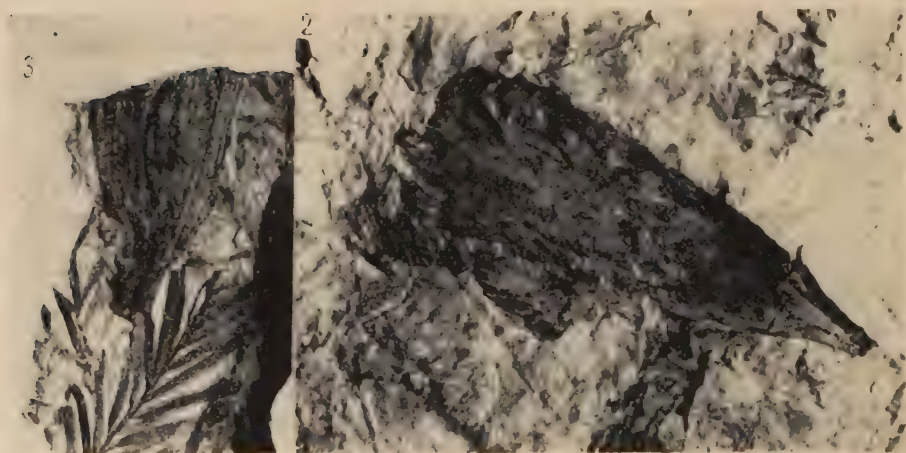
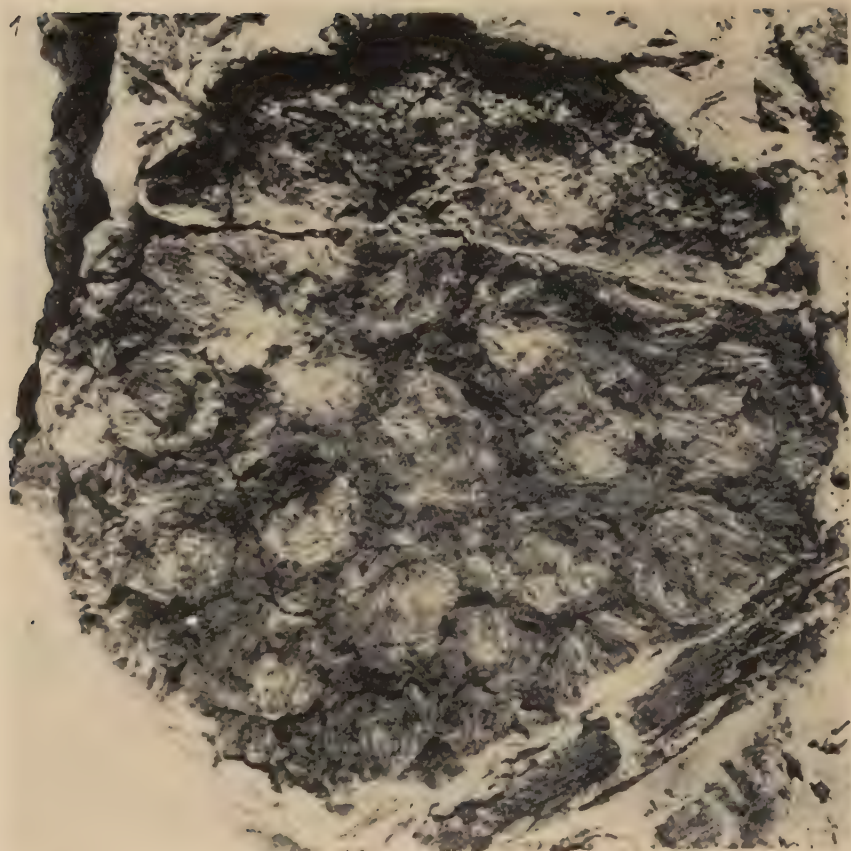
1 — *Amomum europaeum* n.sp. — lower part of the breakage. Natural size. 2 — *Rhizocaulon zingiberoides* n.sp. — tubers

Tablica III

1 — *Rhizocaulon zingiberoides* n.sp. Fragmenty łodyg otoczonych kilku warstwami pochw liściowych. Wielkość naturalna. 2 — Ditto. Łodyga ze śladami nasad pochw liściowych. Wielkość naturalna. 3 — *Rhizocaulon Saportae* n.sp. Ślad nasady liścia. Wielkość naturalna

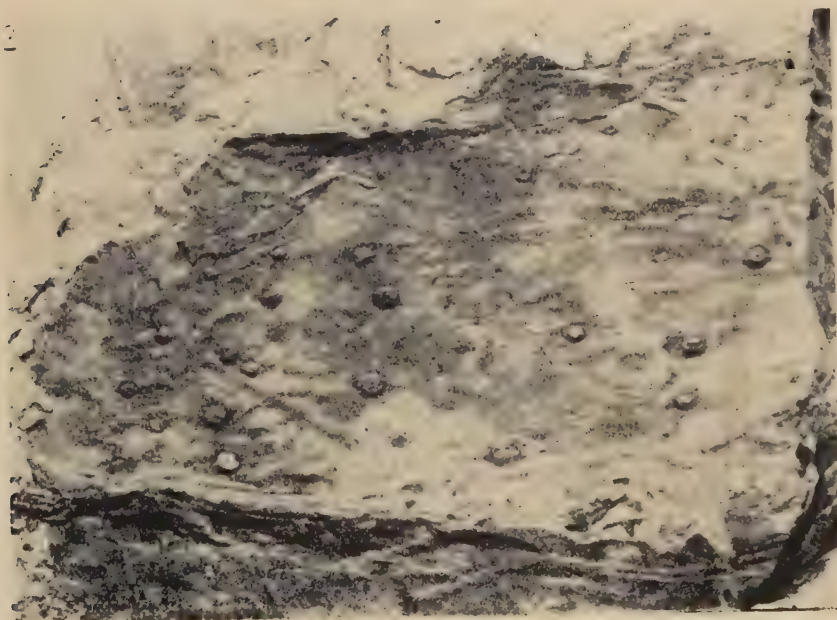
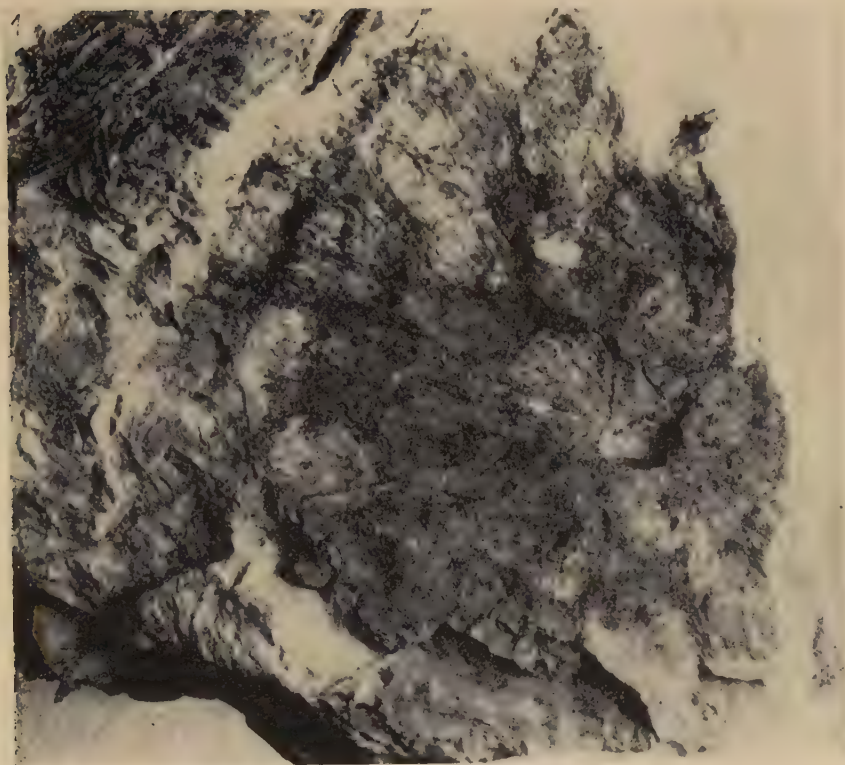
1 — *Rhizocaulon zingiberoides* (Sap.) n.sp. — fragments of stems surrounded by several layers of leaf sheaths. Natural size. 2 — *Rhizocaulon zingiberoides* n.sp. — Stem with traces of bases of leaf sheaths. Natural size. 3 — *Rhizocaulon Saportae* n.sp. — trace of leaf base. Natural size.

Tablica I



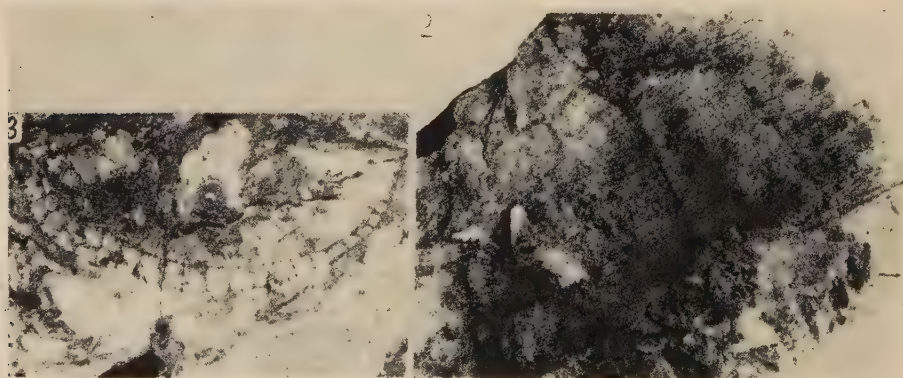
fot. A. Maciejewicz

Tablica II



fot. A. Maciejewicz

Tablica III



Obserwacje przyżyciowe nad wpływem kinetyny na czas trwania niektórych stadiów mitozy.

Observations vitales de l'influence de la kinétine sur la durée des certains stades de la mitose

M. J. OLSZEWSKA

WSTĘP

Z szeregu prac wiadomo, że kinetyna (związek otrzymany przez Millera, Skooga i wsp., (1955) wzmacnia aktywność mitotyczną u roślin (Das i współprac. 1956, Guttman 1956, Olszewska 1958 i 1959 oraz Olszewska, Maciejewska-Potapczyk i Sempłowska 1957) i zwierząt (Ogawa i współprac. 1957, Guttman i Back 1958, Marczyński 1958). Przy próbach analizy sposobu działania kinetyny wyłania przede wszystkim pytanie, czy wpływa ona na czas trwania mitozy.

Wpływ kinetyny na czas trwania mitozy w merystemie korzeniowym cebuli był badany przez Guttman (1956) w toku jednej z pierwszych prac cytologicznych poświęconych działaniu tej substancji. Autorka ta badała materiał utrwalony. Uznała ona, że fakt występowania większej ilości mitoz w materiale poddanym działaniu kinetyny można zinterpretować dwojako: kinetyna bądź wydłuża czas trwania mitozy, bądź skraca okres interfazy. Materiał swój autorka poddała analizie statystycznej, z której wyników — zależnie od przyjętego założenia — równie dobrze można wyprowadzić wniosek, że kinetyna wydłuża czas trwania mitozy o 50% (przy niezmiennym okresie interfazy), jak i że interfaza skraca się o 1/3 (jeżeli przyjmie się, że kinetyna nie zmienia czasu trwania mitozy). Guttman w ostatecznej konkluzji uważa, że zachodzi zjawisko pośrednie, tzn. że kinetyna skraca okres interfazy, wydłużając czas trwania mitozy.

Wydawało mi się celowe przeprowadzenie podobnych badań na materiale żywym, mierząc w każdym wypadku bezpośrednio czas trwania mitozy; przypuszczałam, że tą drogą uzyskam dokładniejsze dane.

Obserwacje mitozy w żywych komórkach dowodzą, że czas trwania wszystkich jej stadiów w warunkach obserwacji mikroskopowej u tych samych obiektów, umieszczonych w identycznym środowisku, waha się w dużych granicach; różnice mogą być dwu-, a nawet pięciokrotne. Zjawisko to zostało stwierdzone w endosper-

mie licznych gatunków roślin (Bajer 1953, 1954, Bajer i Molè-Bajer 1954), w liściu *Hymenophyllum* (Bajer i Molè-Bajer 1953). Zupełnie podobnie przedstawiają się różnice czasu trwania mitozy u klasycznego obiektu, który był również przedmiotem moich badań, a mianowicie we włoskach pręcikowych *Tradescantia virginiana* (Bělař 1930, Bajer 1950, Molè-Bajer 1951).

MATERIAŁ i METODY

Badania przeprowadzano w czerwcu i lipcu 1958 r., w temperaturze ok. 18°C. Przebieg mitozy śledzono w szczytowych komórkach włoska, wyjątkowo tylko w komórce drugiej od szczytu.

Z dotychczasowych badań nad kinetyną wiadomo (Guttman 1956, Olszewska 1959), że wzmacnia ona aktywność mitotyczną merystemu korzeniowego cebuli dopiero po 4—5 godzinach działania; przy dłuższym działaniu efekt ten zwiększa się. Z tego względu młode pączki kwiatowe *Tradescantia virginiana* wkładano do wody wodociągowej zawierającej kinetynę w koncentracji 10^{-6} 0/0 na okres 18—20 godzin; pączki kontrolne (kontrola I) były w tym samym czasie w wodzie wodociągowej. Drugi rodzaj materiału kontrolnego (kontrola II) stanowiły pączki zerwane bezpośrednio przed obserwacją mikroskopową.

Do obserwacji mikroskopowej nitki pręcikowe pochodzące z obu grup pączków kontrolnych umieszczano w 10/0 wodnym roztworze sacharozy zgodnie ze wskazówkami Teleżyńskiego (1930—31), a nitki pręcikowe pochodzące z pączków poddanych działaniu kinetyny oglądano w 10/0 wodnym roztworze sacharozy zawierającym 10^{-6} 0/0 kinetyny.

Według Teleżyńskiego (l.c.) olej parafinowy jest najodpowiedniejszym środowiskiem do przyżyciowych badań nad mitozą; jednym z momentów korzystnych jest wysoka rozpuszczalność w nim tlenu (Kobie, cyt. za Teleżyńskim). Wbrew dawniejszym poglądom, obecność tlenu jest zdaniem Bajera i Molè-Bajera (1954) u szeregu roślin koniecznym warunkiem do kontynuowania profazy. Ponieważ w moich eksperymentach nie można było stosować oleju parafinowego, roztwory, w których umieszczałam nitki pręcikowe, każdorazowo wzbogacałam w tlen posługując się pipetką.

Aby wyrównać warunki doświadczenia, przebieg mitozy w materiale kontrolnym i w materiale poddanym działaniu kinetyny śledziłam jednocześnie na dwóch lub trzech mikroskopach. Stosowałam mikroskopy typu Lumipan f-my Zeiss.

We wszystkich doświadczeniach około 15⁰/0 jąder powracało z profazy do stadium spoczynkowego. Innego rodzaju zaburzeniem były zahamowane mitozy, w wyniku których powstawały jądra polyploidalne.

Rozgraniczenie poszczególnych stadiów mitozy przeprowadzano w oparciu o opisy i mikrofotografie Bělařa (1930).

Wyniki zestawione w tabeli 1 oparte są na obserwacji 27 mitoz dla kontroli I, 21 — dla kontroli II i 28 mitoz dla materiału poddanego działaniu kinetyny. W więk-

szości wypadków mitozy obserwowano począwszy od średniej profazy do rekonstrukcji jąder potomnych.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przy porównywaniu uzyskanych rezultatów wypadło pominąć profazę i telofazę, tj. te stadia, których moment początkowy lub końcowy trudno jest dokładnie określić.

T a b e l a 1

Porównanie czasu trwania metakinezy, metafazy i anafazy wraz z początkiem telofazy w materiale kontrolnym i w materiale poddanym działaniu kinetyny

Comparaison de la durée de métacinèse (1), de métaphase (2) et d'anaphase avec le commencement de télophase (3).

Stadium Stade	Czas trwania Durée	Rodzaj doświadczenia — Traitement		
		kontrola I témoin I	kontrola II témoin II	kinetyna kinétine
Metakineza (1)	10—18'	7 47 ⁰ / ₀	3 50 ⁰ / ₀	1 8 ⁰ / ₀ .
	20—27'	8 53 ⁰ / ₀	1 17 ⁰ / ₀	9 69 ⁰ / ₀
	30—50'	— —	2 33 ⁰ / ₀	3 23 ⁰ / ₀
	7—20'	6 33 ⁰ / ₀	4 50 ⁰ / ₀	4 25 ⁰ / ₀
Metafaza (2)	21—36'	9 50 ⁰ / ₀	3 38 ⁰ / ₀	6 37 ⁰ / ₀
	40—70'	3 16 ⁰ / ₀	1 12 ⁰ / ₀	6 37 ⁰ / ₀
Anafaza i wczesna telo- faza do zapo- czątkowania przegrody pier. (3)	10—18'	6 31 ⁰ / ₀	4 27 ⁰ / ₀	5 38 ⁰ / ₀
	20—30'	8 42 ⁰ / ₀	10 67 ⁰ / ₀	5 38 ⁰ / ₀
	30—42'	5 26 ⁰ / ₀	1 6 ⁰ / ₀	3 23 ⁰ / ₀

Czas trwania metakinezy, metafazy oraz anafazy wraz z wczesną telofazą (do momentu pojawienia się zaczątków przegrody pierwotnej) wahał się w szerokich granicach; jest to zjawisko stale spotykane w warunkach obserwacji mikroskopowej, o czym wspomniano we wstępie. Z tego względu było bezcelowe ustalanie średnich dla czasu trwania tych stadiów. Wydaje się jednak, że trwanie metakinezy i metafazy ulega pod wpływem kinetyny — w porównaniu z obydwoma rodzajami kontroli — pewnemu wydłużeniu. Wyodrębnienie bowiem pewnych klas (tabela 1) pozwala na stwierdzenie, że w wypadku metakinezy i metafazy w materiale poddanym działaniu kinetyny wyraźnie maleje liczebność klas obejmujących najkrótsze czasy, natomiast wzrasta liczebność klasy zawierającej najdłuższe czasy trwania tych stadiów.

Co się tyczy anafazy wraz z początkiem telofazy (do momentu zapoczątkowania przegrody pierwotnej), to w komórkach, które pozostawały pod wpływem kinetyny, słabo zaznacza się zjawisko odwrotne: przesunięcie liczebności klas w kierunku krótszych czasów.

Małe stosunkowo wahania wykazuje czas tworzenia się przegrody pierwotnej (dla kontroli I — od 4 do 7 min, dla kontroli II — od 4 do 6 min, dla materiału poddanego działaniu kinetyny — od 3 do 4 min), co pozwala na porównanie wartości średnich arytmetycznych. Powstawanie przegrody pierwotnej w komórkach kontrolnych trwa średnio 4,8 min (kontrola I) i 4,6 min (kontrola II), (po 15 komórek obserwowanych), a w komórkach dzielących się w obecności kinetyny — 3,5 min (11 komórek obserwowanych). Pod wpływem kinetyny zachodzi więc skrócenie czasu, podczas którego zakłada się przegroda pierwotna. Zjawisko to może się wiązać z szybszym powstawaniem fragmoplastu, co byłoby przyczyną nieznacznego skracania się czasu trwania anafazy wraz z początkami telofazy (tab. 1).

Rola kinetyny w cytokinezie była już podkreślona przez Dasa, Patau i Skooga (1956), którzy stwierdzili, że w rdzeniu tytoniu hodowanym *in vitro* dodanie IAA powoduje zwiększenie ilości kariokinez, przy czym wskutek braku cytokinezy powstają liczne komórki dwujądrowe, natomiast w obecności kinetyny i IAA powstają obficie komórki jednojądrowe. Autorzy ci przypuszczają, że kinetyna może stanowić czynnik stymulujący szczególnie cytokinezę — w odróżnieniu od IAA, który byłby czynnikiem stymulującym wyłącznie kariokinezę. W badaniach naszych (których wyniki zostaną opublikowane osobno) całkowicie potwierdza się wpływ kinetyny na szybsze zakładanie przegrody pierwotnej; szereg danych wskazuje na antagonistyczne zachowanie się kinetyny w stosunku do specyficznych inhibitorów cytokinezy.

Obserwacje wskazujące na przedłużenie czasu mitozy, które zachodzi pod wpływem kinetyny, mogłyby podważyć wnioski o zwiększeniu aktywności mitotycznej spowodowanej jej działaniem (Guttman 1956, Olszewska 1959), ponieważ zwiększenie ilości komórek dzielących się w stosunku do ilości komórek nie dzielących się mogłoby być spowodowane przez wydłużenie czasu mitozy. Udało się nam jednak dostatecznie udowodnić, że w innych wypadkach (nitki *Spirogyra*, kalus, felogen) następowało zwiększenie ilości nowo powstałych komórek (Olszewska, Maciejewska-Potapczykowa, Sempłowska 1957, Olszewska 1958). Podobnie zresztą przybywanie dużej ilości komórek zostało wykazane u *Euglena* przez Supniewskiego i współprac. (1957) oraz przez Guttman i Backa (1958) w doświadczeniach nad *Paramecium*.

Dane dotąd uzyskane wskazują, że działanie kinetyny polega na skróceniu interfazy, połączonym prawdopodobnie z przyspieszeniem przemian bezpośrednio związanych z wejściem komórki w profazę.

Skrócenie interfazy, zachodzące pod wpływem kinetyny, byłoby związane przede wszystkim ze wzmocnieniem syntezy kwasu rybonukleinowego i, co za tym idzie,

białek, co udowodniłam metodą autoradiograficzną badając merystem korzeniowy *Allium cepa* (Olszewska 1959 a i b). Pobudzenie przez kinetynę syntezy DNA (jednego z procesów preprofazowych) zostało wykazane przez Patau, Dasa i Skooga (1957). Za stymulowaniem przemian preprofazowych przemawia — poza zwiększeniem aktywności mitotycznej w tkankach merystematycznych — szybsze tworzenie kalusa w obrębie tkanek zróżnicowanych (Olszewska, Maciejewska-Potapczykowa, Sempłowska 1957).

STRESZCZENIE

Zbadano we włoskach pręcikowych *Tradescantia virginiana* czas trwania meta-kinezy, metafazy, anafazy łącznie z okresem wczesnej telofazy (do momentu zapoczątkowania przegrody pierwotnej) oraz czas tworzenia się przegrody pierwotnej. Pod wpływem kinetyny (conc. 10^{-6} ‰) metakineza i metafaza przebiega dłużej, nieznacznie skraca się okres obejmujący anafazę i wczesną telofazę, natomiast tworzenie przegrody pierwotnej trwa wyraźnie krócej.

Katedra Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Łódzkiego

(Wpłynęło dn. 10.2.1959 r.)

RÉSUMÉ

On a étudié, dans les poils staminaux de *Tradescantia virginiana*, la durée 1) de la métacinèse, 2) de la métaphase, 3) de l'anaphase avec le commencement de la télophase, jusqu'à l'initiation de la plaque cellulaire, 4) de la formation de plaque cellulaire. Sous l'influence de la kinétine (conc. 10^{-6} ‰), la métacinèse et la métaphase s'effectuent plus lentement, l'anaphase examinée au total avec le début de telophase est de durée relativement plus courte, tandis que la formation de la plaque cellulaire se passe beaucoup plus rapidement.

LITERATURA

- Bajer A., 1950, Acta Soc. Bot. Pol., 20: 709—737.
Bajer A., 1953, Acta Soc. Bot. Pol., 22: 475—482.
Bajer A., 1954, Acta Soc. Bot. Pol., 23: 383—412.
Bajer A., Molè-Bajer J., 1953, Acta Soc. Bot. Pol., 22: 267—288.
Bajer A., Molè-Bajer J., 1954, Acta Soc. Bot. Pol., 23: 69—110.
Bělař K., 1930, Zeitschr. Zellforsch., 10: 73—134.
Das N. K., Patau K., Skoog F., 1956, Physiol. Plant., 9: 640—651.
Guttman R., 1956, Chromosoma, 8: 341—350.
Guttman R., Back A., 1958, Nature, 181: 852.
Marczyński T., 1958, Bull. Ac. Pol. Sc., ser. biol., 6: 119—124.
Miller O., Skoog F., Okumura F., Saltz M., Strong F., 1955, J. Amer. Chem. Soc., 77: 2662.

- Miller O., Skoog F., Saltz M., Strong F., 1955, J. Amer. Chem. Soc., 77: 1392.
- Molè-Bajer J., 1951, Acta Soc. Bot. Pol., 21: 73—94.
- Ogawa V., Abe Y., Fujioka K., 1957, Nature, 180: 985.
- Olszewska M. J., 1958, Bull. Sos. Sc. Let. de Łódź, Cl. III. N°1.
- Olszewska M. J., 1959 a. Expl. Cell Res., 16: 193-201.
- Olszewska M. J., 1959 b, Acta Soc. Bot. Pol., 28: 175—183.
- Olszewska M. J., Maciejewska Potapczykowa W., Sempłńska E., 1957, Acta Soc. Bot. Pol., 26: 583—596.
- Patau K., Das N. K., Skoog F., 1957, Physiol. Plant., 10: 949—966.
- Supniewski J., Krupińska J., Supniewska H., Wacław B., 1957 Bull. Ac. Pol. Sc., sec. biol., 5: 19—28.
- Teleżyński H., 1930/31, Acta Soc. Bot. Pol., 7: 381—434.

Spostrzeżenia nad budową jąderek

Observations on the nucleolus structure in some plants

M. ZENKTELER

WSTĘP

Jąderka jako stałe składniki jąder stanowią nadal interesujący obiekt licznych badań nad ich strukturą, funkcją i biochemizmem. W pracach dawnych przeważały poglądy, iż jąderka są ciałami homogennymi. Zanikanie ich w profazie i pojawianie się w telofazie przypisywano działalności przewężenia wtórnego i trzonka satelity (Heitz 1931) lub organizatora jąderka (Mc Clintock 1934). W latach ostatnich dzięki zastosowaniu nowych metod utrwalania i barwienia próbuje się budowę jąderek oraz ich losy w mitozie przedstawić w sposób zupełnie odmienny. Interesujące obserwacje nad strukturą jąderek i ich zanikaniem w profazie przeprowadzili Estable i Sotelo (1952) posługując się metodami: impregnacji srebrem, utrwalania i barwienia, utrwalania bez impregnacji i barwienia, badania *in vivo* w mikroskopie fazowym lub w ciemnym polu widzenia. Wykazali oni, iż każde jąderko zarówno zwierzęce, jak i roślinne (autorzy zajmowali się głównie obiektami zwierzęcymi) zbudowane jest z dwóch układów: a. struktury taśmowej, tzw. nukleolonemy, b. części homogennej, tzw. *par amorpha*. Nukleolonema stanowi trwałą strukturę komórki, nigdy nie zanika i nigdy też nie tworzy się *de novo*. W profazie wypływa z jąderka i podąża w kierunku chromosomów, które obejmuje i przy których pozostaje przez resztę stadiów. W metafazie ulega podziałom wraz z chromosomami, w telofazie skraca się, grubieje i spływając z chromosomów formuje nowe jąderka. Widoczne na chromosomach zgrubienia powstają na skutek przeplatania się nukleolonemy lub zaginania się jej fragmentów i końców. *Pars amorpha* nie stanowi trwałej struktury, ale zanika i pojawia się znowu wraz z wykształceniem chromosomów. Według autorów jąderko stanowi trwałą organelę komórki.

Ukazały się też już dalsze prace wykazujące istnienie w jąderkach struktury włókienkowej lub ziarnistej. Borysko i Bang (1951) przy użyciu mikroskopu elektronowego oraz Bernhard i Oberling (1952,53) dostrzegli w jąderkach strukturę siateczkową lub włókienkową. Lettre (1954) u zarodków kurcząt hodowanych *in vitro* stwierdził, iż przy obserwacjach *in vivo* widoczna jest w jąderkach struktura włókienkowa lub w postaci nici ze zgrubieniami.

Na uwagę zasługuje też praca F. F. Flint, D. A. Johansen (1958), a przypisująca substancji homogennej wydalanej z jąderka do cytoplazmy wytwarzanie wrzeczona kariokinetycznego oraz promieniowania, powodującego ruch i odpowiednie rozmieszczanie się jąder w woreczku zalążkowym podczas I podziału mejozy. Istnieją też publikacje, w których autorzy wykazują, iż jąderka nie biorą udziału w podziale jądra (Haurowitz 1954), że powstają z soku jądrowego (Frey-Wyssling 1953) lub że są wypełnione uwodnionymi chromosomami (Ris i Mirsky 1949, D' Angelo 1950, Anderson 1953). Rattenbury i Serra (1952) dowodzą, iż jąderka w telofazie mogą powstać z dwóch źródeł: a) z chromatyny, b) z periplazmy (mieszanina karioplazmy i cytoplazmy). Autorzy jednak są skłonni uważać, że periplazma jest właśnie tą substancją, która buduje jąderko.

Jak dotąd dużo jest jeszcze w literaturze sprzecznych obserwacji dotyczących budowy i funkcji jąderek.

W pracy mojej na różnych obiektach roślinnych badanych *in vivo* oraz stosując metody utrwalania i barwienia chciałem stwierdzić, jaka jest budowa jąderek i jakie są ich losy w kariokinezie oraz czy pod względem morfologicznym należy uważać jąderko za ciało homogenne, czy też o pewnej właściwej organizacji i strukturze.

MATERIAŁ I METODY

1. Materiał: przy wyborze materiału starałem się znaleźć obiekty posiadające duże jąderka i małą ilość chromosomów. Obserwacje przeprowadzałem na następujących obiektach: wewnętrzna epiderma młodych strąków grochu — *Pisum sativum*, łuski cebuli — *Allium cepa*, znamiona traw: *Melica uniflora* i *M. nutans*, korzenie *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, *Allium porum*, *Hordeum vulgare*, *Rhaphanus sativus*, *Albuca transvaalensis* (korzenie zebrane i utrwalone w Południowej Afryce przez prof. S. Krupko).

2. Metody:

A. Obserwacje *in vivo*

B. Obserwacje na materiale utrwalonym przy użyciu następujących utrwalaczy: 100% formalina; formalina, kwas octowy lodowaty, alkohol etylowy 70%, w stosunku 5:5:90; alkohol absolutny, kwas octowy w stosunku 1:3; utrwalacz Sanfelice (10% kwas chromowy 16 ml, formalina stęż. 8 ml, kwas octowy lod. 1 ml).

C. Obserwacje na materiale utrwalonym i barwionym:

a) metoda Sotelo: utrwalac w 100% formalinie lub w utrwalaczu Sanfelice; zatopić w parafinie; skrawki zanurzyć w 30% roztworze alunu żelazowego przez 10 min.; szybko przepłukać wodą destylowaną; zanurzyć w 1—30% roztworze żelazocyjanku potasu na okres 30 sek; dodawać kilka kropel 20% kwasu pirogalowego; przepłukiwać; odwadniać i zatapiać w balsamie kanadyjskim. Jądro wybarwia się na kolor niebieskozielony, nukleolonema na brunatnoczarny, chromosomy na brunatny;

b) metoda Estable'a: utrwalacz: 96% alkohol etyl. 60 ml, woda dest. 30 ml, formalina 5 ml, eter 5 ml, azotan uranu 1 g; przetrzymywać w utrwalaczu przez

okres od 20—24 godz.; impregnacja: działanie w ciągu od 36—48 godz. 20% roztworu azotanu srebra w temperaturze 37°C w ciemności; zanurzać w mieszaninie alkohol + woda dest. na okres od 3—5 min.; redukować w ciągu 5—10 godz. w roztworze: kwas pirogalowy 1 g, formalina 10 ml, alkohol etyl. 960/0—20 ml, woda dest. — 70 ml; reduktor wypłukiwać dużymi ilościami wody przez 5 min.; zatapiać w parafinie; pokrojone skrawki zanurzyć w 0,2% chlorku złota na okres od kilku do kilkudziesięciu sekund; przenosić do 40% roztworu tiosiarczanu sodu na 10 min.; odwadniać i zatapiać w balsamie kanadyjskim. Podbarwianie chlorkiem złota nie jest konieczne celem wyróżnienia nukleolonemy w jąderkach spoczynkowych, ważne natomiast dla dostrzeżenia jej na chromosomach podczas mitozy. Metoda Estable'a pozwala wybarwić nukleolonemę na kolor wyraźnie czarny;

c) metoda Feulgena z zielenią świetlną;

d) barwienie roztworem ditizonu (dwufenylotioikarbazon rozpuszczony w czterochlorku węgla) celem wykrycia cynku.

Materiał utrwalony i barwiony w przypadku obiektów cienkich (epiderma grochu, łuska cebuli) zamykałem w balsamie kanadyjskim. Z utrwalonych znamion traw robiłem rozmazy, podobnie z niektórych korzeni (*Allium porum*, *Hordeum*, *Pisum*). Korzenie wszystkich wymienionych obiektów zatapiałem w parafinie, robiąc potem skrawki o grubości od 3—10 mikronów.

SPOSTRZEŻENIA NAD JĄDERKAMI W INTERFAZIE I KARIOKINEZIE

Na obiektach obserwowanych *in vivo* wyjątkowo łatwo dostrzega się jąderka w epidermie strąka grochu. Stosując metodę Sotelo stwierdza się wyraźnie występowanie tu nukleolonemy (tab. I, 1; tab. II, 3 i 4). Jądra są duże i zawierają na ogół jedno większe lub dwa mniejsze jąderka. Wielkość i ilość jąderek w pozostałym materiale jest różna. Bardzo duże jąderka występują w korzeniu jęczmienia, czasem zajmują one większą część powierzchni jądra. W korzeniach spotyka się często w partiach komórek walca osiowego (także w korze pierwotnej i w epidermie jęczmienia) wyjątkowo duże jąderka, rozmiarami swymi przekraczające czasem 2- lub 3-krotnie powierzchnię pozostałych.

A oto kilka przykładów wielkości jąder i jąderek na obiektach:

1. Jęczmień (barwienie met. Sotelo, oraz fuksyną i zielenią świetlną): przeciętna średnica jąder ok. 5,7 mikr., jąderek 2,7 mikr. Występują też jąderka duże o średnicy od 3,5—4,5 mikr. przy zachowaniu tej samej wielkości jądra. Wraz ze zwiększaniem się średnicy jądra zauważa się jednak na ogół wzrost powierzchni jąderek.

2. Epiderma strąka grochu (barwienie met. Sotelo): średnica jąder ok. 11,3 mikr., jąderek 3,7 mikr. W wypadku występowania dwóch jąderek, powierzchnia obu wynosi ok. 5,8 mikr.

3. Korzenie grochu (barwienie met. Sotelo): średnica jąder 6,8 mikr., jąderek 3 mikr.

Powyższe pomiary zostały przeprowadzone przy pomocy śrubowego mikrometru okularowego i to w takich komórkach, gdzie jądra i jąderka miały kształt okrągły.

W jąderkach utrwalonych i barwionych można wyróżnić część centralną przypominającą wakuolę oraz część korową — zewnętrzną (tab. III fot. 20). „Wakuoli” jest czasem kilka. Przy barwieniu fuksyną i zielenią świetlną, metodą Sotelo a lub tylko na materiale utrwalonym, wyróżniają się one bardzo wyraźnie, często nie zabarwiając się w ogóle lub słabo (przy użyciu fuksyny i zieleni świetl. są lekko różowe na tle zielono zabarwionego jąderka). Należy zaznaczyć, iż w jąderkach oprócz „wakuoli” można czasem dostrzec moc małych ziarenek lub kulek świecących (duża ich ilość jest dość typowa dla jąderek wybitnie dużych). Przy obserwacjach *in vivo* „wakuole” również są widoczne, choć nie widać tutaj tak wyraźnej granicy między częścią centralną a korową.

Na obiektach utrwalonych wokół jąderek interfazalnych pozostaje wolny obszar pozbawiony chromatyny. Przy obserwacjach *in vivo*, obszar ten wydaje się być węższy, a czasem chromatyna wyraźnie przylega do jąderek. W partii korowej znajduje się właściwa struktura włókienkowa lub taśmowa jąderka. Na obiektach obserwowanych *in vivo*, w kontraście fazowym, anoptralnym i przy obiektywie fluorytowym treść jąderek ma postać posplatanych włókienek lub skróconej taśmy ze zgrubieniami i ziarnistościami (tab. II fot. 1, 2, 3). Podobną strukturę dostrzega się przy zastosowaniu metody barwienia Sotelo a oraz na materiale nie barwionym, a tylko utrwalonym (tab. II, fot. 4, 5, 6, 7, 8).

Przy stosowaniu metody barwienia Estable'a w jąderkach w każdym mikroskopie dostrzega się moc posplatanych czarnych włókienek, przedstawiających często postać krótkich odcinków ze zgrubieniami (tab. III fot. 10, 11, 12, 18). Przy małych powiększeniach struktura ta wydaje się być ziarnista lub złożona z licznych czarnych pałeczek. Powiększenie jednak duże pozwala dostrzec, że pałeczki te są połączone ze sobą przypominając odcinki różańca (tab. I rys. 1, 2). Metoda ta, choć powoduje ogromne zniekształcenia komórki oraz wybarwia chondriosomy, których jest dużo zwłaszcza w partiach szczytowych stożków wzrostu, pozwala jednak dostrzec bardzo wyraźnie strukturę jąderek na każdym badanym obiekcie.

Barwiąc Feulgenem i zielenią świetlną nie potrafiłem stwierdzić występowania nukleolonemy, choć przy użyciu obiektywów anoptralnego i fluorytowego jest ona w jąderkach zawsze dostrzegalna zarówno na materiale barwionym, jak i nie barwionym.

Podczas profazy widać zachodzące zmiany w kształcie i wielkości jąderka. Często wydłuża się ono i przybiera postać ameboidalną. Struktura włókienkowa jest najlepiej w tym okresie widoczna. Partia korowa ulega pewnemu rozluźnieniu, powodując powiększenia jąderek. Wykształcone chromosomy w wielu miejscach przylegają teraz do jąderek zakrywając wolny wokół nich obszar (tab. III fot. 13, 17). Widać połączenia między włókienkami jąderka a chromosomami. Takich punktów styku może być wiele. Przy zastosowaniu impregnacji srebrowej (metoda

Estable'a) widoczne są do wyraźne czarne odcinki taśmy lub pałeczki spływające z jdarka na chromosomy (tab. I rys. 2, tab. III fot. 14, 20). W metafazie na chromosomach widać czarne zgrubienia w postaci włkienek. W fazie tej najtrudniej stosunkowo wyrzni te ciałka przylegające do chromosomów (tab. I rys. 3, 4, tab. III fot. 16).

W anafazie, zwszcza późnej, położenie czarnych odcinków na chromosomach jest najwyraźniejsze (tab. I rys. 5; tab. III fot. 15). W telofazie chromosomy najobficiej pokryte są tymi pasemkami wraz ze zgrubieniami w postaci jakby kulek (tab. I rys. 6, tab. III fot. 19). Wraz z wytworzeniem si jąderek w telofazie zanikają zgrubienia i taśmy na chromosomach.

Przy zastosowaniu metody barwienia Sotelo dostrzega się podobne obrazy w mitozie, choć trudniej jest wyrzni leżące na chromosomach włkienka (chromosomy podobnie jak włkienka jdarka barwi się na kolor ciemnobraunaty). Metoda ta w zastosowaniu do mitoz nie da takich obrazów, jakie opisuje autor.

Przy barwieniu metod Feulgena i zielenią świetlną oraz na materiale tylko utrwalonym bez barwienia widoczne są w profazie również połączenia między chromosomami a włkienkami jdarka. W pozostałych stadiach mitozy można dostrzec pewne zgrubienia na chromosomach, choć brak tu wyraźnie widocznych odcinków nukleolonemy.

Reakcj z ditizonem używałem na preparatach utrwalonych. Po wyjciu skrawków z alkoholu absolut. wkraplaem pod szkiełka nakrywkowe kilka kropel ditizonu. Wtedy „wakuole” w jąderkach lub występujące w ich nieobecności jasne kuleczki wybarwiay się na czerwono, co stanowi charakterystyczną reakcj na cynk (Fuji 1955). W metafazie na chromosomach można dostrzec małeńkie czerwone ciałka, są one wyraźniej widoczne w telofazie. W jąderkach dużych oraz w takich, gdzie nie widać wakuoli i kulek, na czerwono zabarwia się nukleolonema (tab. III fot. 11). Trudnością przy stosowaniu ditizonu jest bardzo szybkie wyparowywanie roztworu (podczas obserwacji należy dodawa stale nowe porcje) oraz to, że chromosomy są tu trudno dostrzegalne na tle pełnej ziarnistości cytoplazmy. W jąderkach spoczynkowych czerwone zabarwienie po ditizonie jest doskonale widoczne.

DYSKUSJA

Moje obserwacje jąderek roślinnych *in vivo* oraz utrwalonych i barwionych potwierdzają twierdzenia Estable'a i Sotelo (l.c) i innych autorów o występowaniu tu trwałej struktury taśmowej zwanej nukleolonem. Nukleolonema widoczna jest na każdym badanym obiekcie i przedstawia postc posplatanej taśmy ze zgrubieniami. Wygląd nukleolonemy zależy od metod utrwalania i barwienia; może ona ulec fragmentacji na drobne odcinki lub na paski ze zgrubieniami przypominającymi rzaniec. Czasem też nukleolonema rozpada się na małe kłębki silnie zbite lub duże ziarna, kre pod dużym powiększeniem wykazują wzajemne połączenia.

Przypomina to obrazy podane przez Lettre'a (l.c.). Na obiektach obserwowanych *in vivo* grubość nukleolonemy nie różni się optycznie od chromatyny jądra, nie przedstawia też postaci uwodnionych chromosomów, jak sugerują Ris i Mirsky (l.c.). Trudno jest też przypuszczać, że jąderka powstają z soku jądrowego (Frey-Wyssling, l.c.), choć z pewnością sok ten tu występuje, ale jako składnik nukleolonemy. Niezależnie od postaci nukleolonemy w jąderkach interfazalnych lub jej wyglądu na chromosomach w mitozie, w profazie występuje wyraźnie łączenie się chromosomów z jąderkiem i tu dokonuje się przechodzenie substancji jąderkowej na chromosomy.

Wydaje się też wątpliwe twierdzenie niektórych autorów, iż jąderka nie biorą udziału w mitozie jądra. Jąderko zanika pod koniec profazy. Bardzo rzadko można go zauważyć jeszcze w początkach metafazy, w każdym razie w okresie, gdy chromosomy już się wykształciły. Uważać wobec tego jąderko za źródło budowy *matrix* wydaje się również nieuzasadnione, z czym godzą się także Rattenbury i Serra (l.c.) zwracając uwagę na różny skład chemiczny jąderek a *matrix*. Autorzy ci także dostrzegli w przewężeniu pierwotnym chromosomów u *Vicia faba* zagęszczenie substancji jąderkowej w postaci pasma i stwierdzili, iż w tym przykładzie proces powstawania jąderek rozpoczął się już w metafazie, a substancja ta pochodzi z periplazmy. Typ występowania substancji jąderkowej w postaci zgęszczonego pasma nazywają typem warstwowym powstawania jąderek, w odróżnieniu od kropelkowego sposobu, kiedy to z dużej ilości kropelek formują się w telofazie jąderka. Podobnie Mc Clintock (l.c.) w wypadku kiedy wśród chromosomów nie występował organizator jąderka, także widziała ziarenka rozrzucone na chromosomach. Może odpowiadają one zgrubieniom, jakie tworzy nukleolonea na chromosomach, choć pochodzenie ich w myśl teorii Estable'a i Stolela oraz moich własnych obserwacji jest zupełnie odmienne.

Estable i Sotelo uważają, iż kulki lub wakuole nie są normalnymi składnikami jąderek, twierdząc, iż pojawiają się one wtedy, gdy utrwalanie i barwienie jest przeprowadzone niewłaściwymi metodami.

Obserwacje moje, przeprowadzone *in vivo* oraz na materiale utrwalonym i barwionym, pozwalają sądzić, iż w partii centralnej jąderek leżą „wakuole” lub kulki niezależnie od występowania nukleolonemy. Fakt występowania „wakuoli” podkreślali już też Mc Clintock (l.c.) oraz Chayen (1952).

Najbardziej przekonującym dowodem na występowanie nukleolonemy są obserwacje *in vivo* w mikroskopie fazowym, anoptralnym oraz przy użyciu obiektywu fluorytowego. Barwienia przeprowadzone niewłaściwymi metodami nie potrafią jej wyróżnić, a wręcz odwrotnie, przedstawiają jąderka jako ciała homogenne. Flint i Johansen (l.c.) uważają, iż pory w nukleolonemie absorbują barwnik podobnie jak gąbka wodę i jeżeli nie usunie się go stąd w odpowiednich ilościach, to całość przedstawia homogenną masę. Twierdzenie to tłumaczy dobrze fakt, iż wielu autorów stosując różnego rodzaju barwniki (nie właściwe dla jąderek) nie dostrzega w jąderkach struktur, a przedstawia je jako jednolite, zbite kulki.

OBJASNIENIA DO TABLIC

Tablica I

1 — Jąderko w epidermie strąka *Pisum sativum* met. Sotelo', fluoryt, 15 × 100; 2200 ×. 2 — Jąderko w profazie korzenia *Pisum sativum* 12 × 100; 2060 ×. 3 — Metafaza w korzeniu *Phaseolus vulgaris*, 12 × 100; 2060 ×. 4 — Metafaza w korzeniu *Pisum sativum*, 8 × 100; 1660 ×. 5 — Anafaza w korzeniu *Pisum sativum*, 12 × 100; 2060 ×. 6 — Telofaza w korzeniu *Pisum sativum*, 8 × 100; 1660 ×. 2—6 — przedstawiają obiekty barwione metodą Estable'a, mikrosk. Neozet (Reichert), kontrast anoptralny

Table I

1 — Nucleolus in scales epiderm of *Pisum sativum*, Sotelo's technic. object. fluorite, 15 × 100; 2200 ×. 2 — Root of *Pisum sativum*, nucleolus in prophase, 12 × 100; 2060 ×. 3 — Metaphase in root of *Phaseolus vulgaris*, nucleolonema distributed on chromosomes, 12 × 100; 2060 ×. 4 — Metaphase in root of *Pisum sativum*, 8 × 100; 1660 ×. 5 — Anaphase in root of *Pisum sativum*, nucleolonema along the chromosomes, 12 × 100; 2060 ×. 6 — Telphase in root of *Pisum sativum*, 8 × 100; 1660 ×. 2—6 — Estable's technic., microsc. Neozet (Reichert), anoptral contrast.

Tablica II

1 — Jąderka w skórze *Allium cepa*, in vivo, 17 × 100; 3200 ×. 2 — Jąderka w merystemie korzenia *Allium porum*, in vivo 17 × 100; 3200 ×. 3 — Jąderko w epidermie strąka *Pisum sativum*, in vivo, 8 × 100; 1900 ×. 4 — Jąderko w epidermie strąka *Pisum sativum*, met. Sotelo, 17 × 100; 4000 ×. 5 — Jąderko w korzeniu *Hordeum vulgare*, met. Sotelo 17 × 100; 4000 ×. 6, 7, 8 — Jąderka w profazie w korzeniu *Albica transvaalensis*, niebarwione, 8 × 100; 2000 ×. 9 — Jąderko w korzeniu *Phaseolus vulgaris*, met. Estable'a, mikrosk. Leitz 12 × 90, 2500 ×

Table II

1 — Nucleoli in epiderm of *Allium cepa*, in vivo, 17 × 100; 3200 ×. 2 — Nucleoli in root meristem of *Allium porum*, in vivo, 17 × 100; 3200 ×. 3 — Nucleolus in scale's epiderm of *Pisum sativum*, in vivo, 8 × 100; 1900 ×. 4 — Nucleolus in scales epiderm of *Pisum sativum*, Sotelo's technic. 5 — Nucleolus in root meristem of *Hordeum vulgare*, Sotelo's technic. 17 × 100; 4000 ×. 6, 7, 8 — Nucleoli in prophase in root meristem of *Albica transvaalensis* only fixative, 8 × 100; 2000 ×. 9 — Nucleolus in root meristem of *Phaseolus vulgaris*, Estable's technic, microsc. Leitz 12 × 90; 2500 ×

Tablica III

10, 18 — Jąderko w korzeniu *Pisum sativum*, met. Estable'a, 8 × 100; 2000 ×. 11 — Jąderko w korzeniu *Pisum*, reakcja z ditizonem, 17 × 100; 4250 ×. 12 — Jąderko w korzeniu *Phaseolus*, met. Estable'a 12 × 100; 3200 ×. 13, 17 — Jąderka w profazie w korzeniach *Hordeum vulgare*, *Pisum sativum*, met. Sotelo'a, 8 × 100; 2000 ×. 14 — Jąderko w profazie w korzeniu *Pisum*, met. Estable'a 8 × 100; 2000 ×. 15 — Nukleolonema wzdłuż chromosomów w anafazie korzenia *Allium porum*, met. Sotelo'a, 8 × 100; 2000 ×. 16 — Metafaza, nukleolonema rozmieszczona na chromosomach, korzeń *Pisum*, met. Estable'a, 8 × 100; 2000 ×. 19 — Nukleonema w początkowych stadiach telofazy, korzeń *Pisum*, met. Estable'a technic. 8 × 100; 2000 ×. 20 — Jąderko w profazie, korzeń *Phaseolus*, met. Estable'a, mikrosk. Leitz, 6 × 90; 1250 ×. Fotografie 2, 3, 4, 5, 15, 13, 17 — mikroskop Neozet (Reichert), obiektyw fazowy; 1, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 19 — obiektyw anoptralny; 10, 18, 12 obiektyw fluorytowy

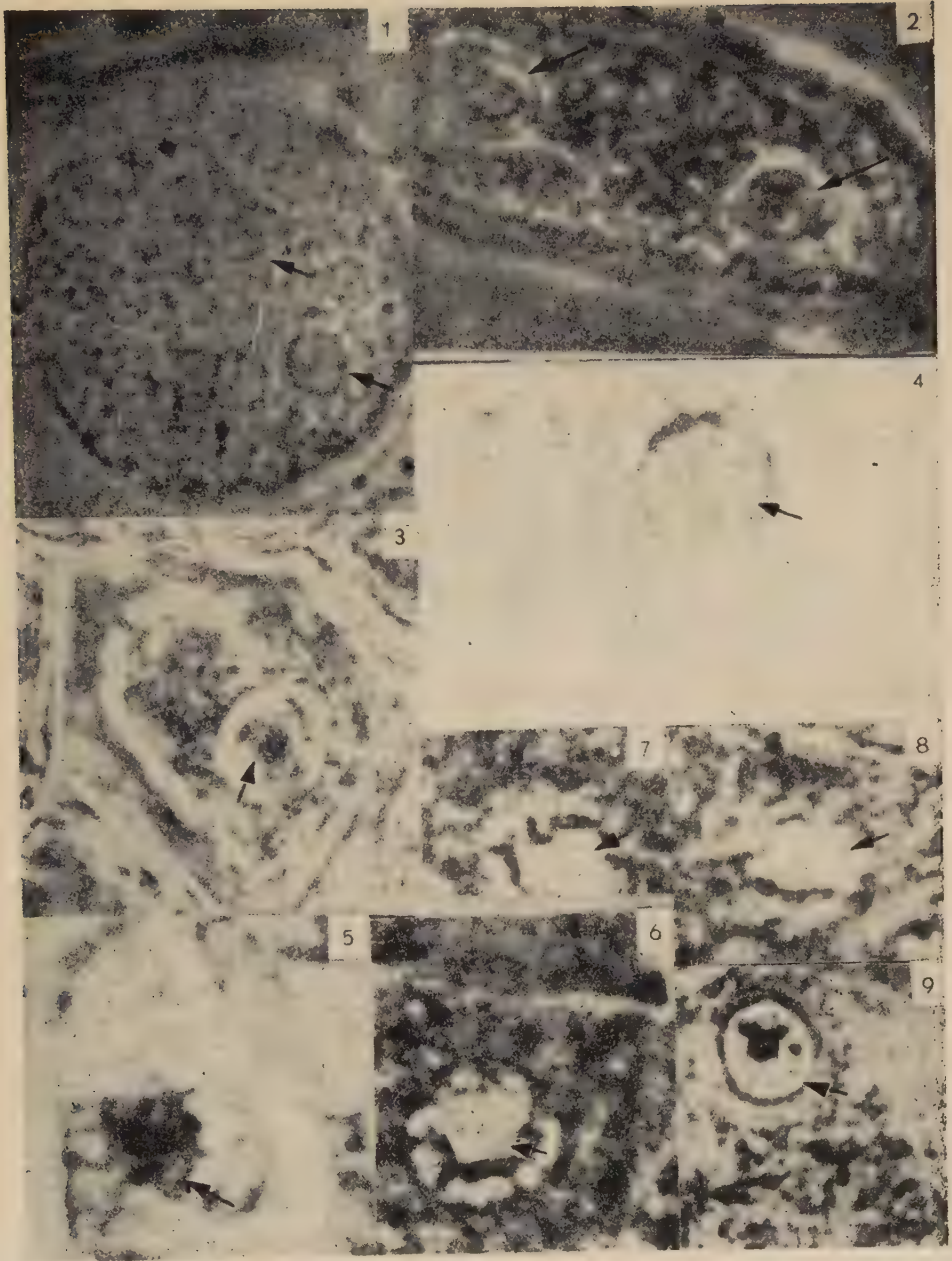
Table III

10, 18 — Nucleoli in root meristem of *Pisum sativum*, Estable's technic. 8 × 100; 2000 ×. 11 — Nucleolus in root of *Pisum sativum*, dithizone reactive, 17 × 100; 4250 ×. 12 — Nucleolus in root of *Phaseolus*, Estable's technic. 12 × 100; 3200 ×. 13, 17 — Root meristems of *Hordeum vulgare* and *Pisum sativum*, Nucleoli in prophase, Sotelo's technic. 8 × 100; 2000 ×. 14 — Nucleolus in prophase in root of *Pisum*, Estable's technic. 8 × 100; 2000 ×. 15 — Anaphase in root meristem of *Allium porum*, nucleolonema along the chromosomes, Sotelo's technic. 8 × 100; 2000 ×. 16 — Metaphase in root of *Pisum*, nucleolonema distributed on chromosomes, Estable's technic. 8 × 100; 2000 ×. 19 — Nucleolonema at the beginning of telophase in root of *Pisum*, Estable's technic. 8 × 100; 2000 ×. 20 — Root of *Phaseolus*, nucleolus in prophase, microsc. Leitz, Estable's technic. 6 × 90; 1250 ×. Photos fig. 2, 3, 4, 5, 15, 13, 17 — microscop Noezet (Reichert), phase contrast; fig. 1, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 19 — anoptral; contrast; fig. 10, 18, 12 — fluorite objective

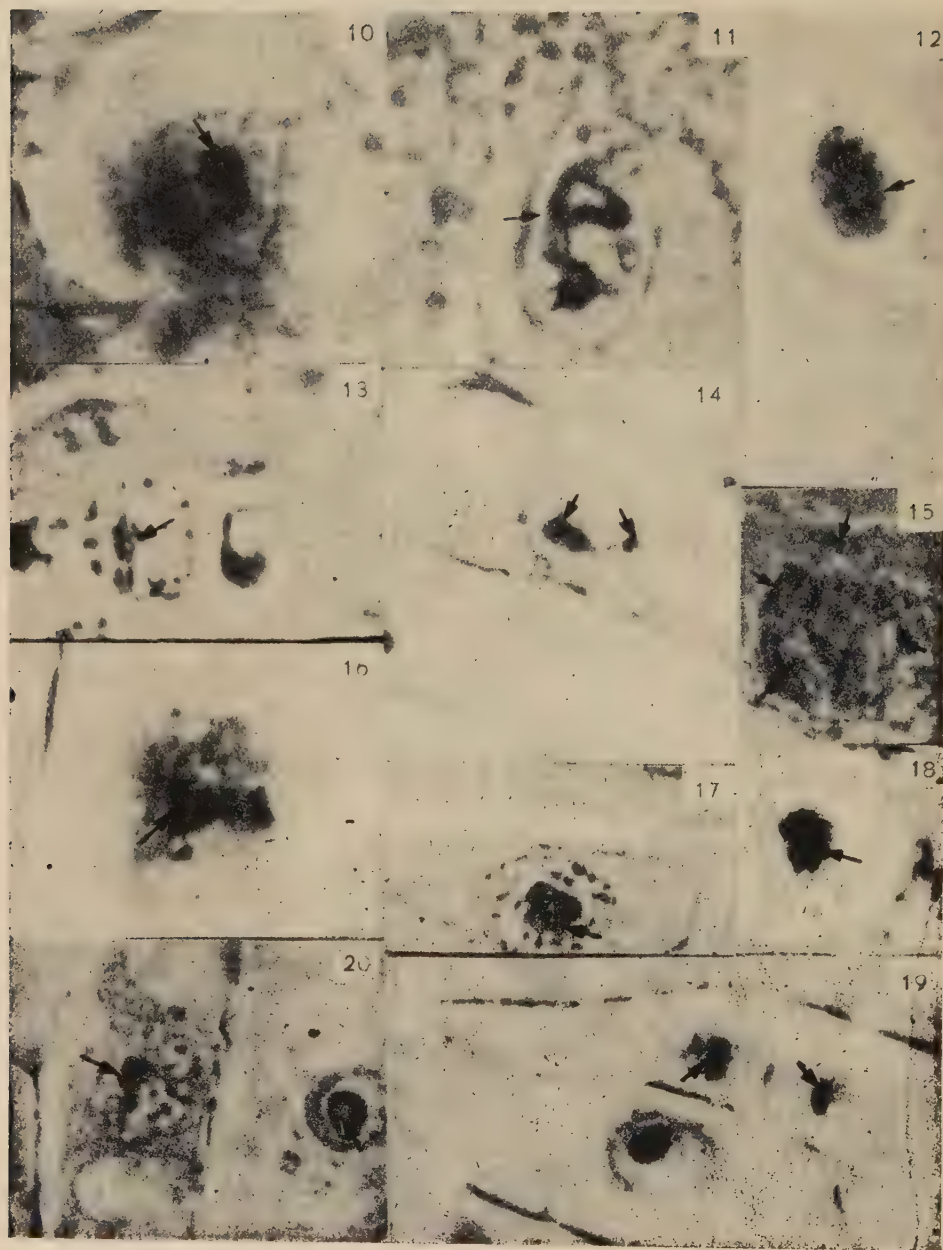
Tablica I



Tablica II



Tablica III



Spostrzeżenia moje nad występowaniem cynku w jąderkach spoczynkowych i pojawianiem się go na chromosomach, potwierdzają obserwacje Fuji (l.c.) przeprowadzone nad jąderkami u *Tradescantia*.

Na podstawie dotychczasowych wyników badań można sądzić, iż jąderka odgrywają bardzo ważną rolę w metabolizmie komórki i przenoszeniu substancji dziedzicznych z jądra do cytoplazmy, a pod względem morfologicznym są wyspecjalizowaną organellą, o właściwej sobie trwałej strukturze. Szczegółowy przegląd najnowszej literatury dotyczącej budowy jąderek roślinnych oddałem do druku do „Wiadomości Botanicznych”.

WNIOSKI

1. Obserwacje przeprowadzone nad jąderkami kilku roślin przy użyciu metod obserwacji *in vivo*, barwienia metodą Sotelo, metodą Estable'a i metodą Feulgena z podbarwianiem zielenią świetlną, wreszcie obserwacje nad preparatami utrwalonymi nie barwionymi wykazują istnienie w jąderkach struktury włókninkowo-taśmowej wraz ze zgrubieniami, nazwanej przez Estable'a i Sotela nukleolonemą.
2. Nukleolonema podczas mitozy jądra pozostaje w styczności z chromosomami i nie zanika w profazie, ale przechodzi w odcinkach na chromosomy.
3. W jąderkach utrwalonych i barwionych można wyróżnić część centralną i korową w której znajduje się nukleolonema.
4. Korzystnym obiektem obserwacji jąderek *in vivo* o widocznej strukturze jest wewnętrzna epiderma strąka grochu.
5. Użycie ditizonu pozwala wykryć w jąderkach występowanie cynku. Cynk również występuje na chromosomach metafazalnych w postaci ziaren.

Panu Prof. dr S. Krupko składam serdeczne podziękowanie za podanie tematu oraz kierownictwo podczas wykonywania pracy.

Zakład Botaniki Ogólnej
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

(Wpłynęło dn. 20.3.1959 r.)

SUMMARY

The aim of the present investigation is twofold:

1. to study the morphology vitally and on the fixed and stained material of the interphase nucleoli,
2. to study their morphology and behaviour during mitosis.

The observations have been carried out on the following material: pod's internal epiderm of *Pisum sativum*; scales epiderm of *Allium cepa*; the stigmas of *Melica uniflora* and *M. nutans*; root tips of *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, *Allium porum*, *Hordeum vulgare*, *Rhaphanus sativus*, *Albica transvaalensis*.

The staining methods used were: Sotelo's technique, silver impregnation (Estable's technique), method with light green, dithizone reaction for zinc.

The vital observations (using phase and anoptral contrast and the fluoride objective) revealed the existence of nucleolonema in the nucleoli. Using the Sotelo's and Estable's technique it can be observed in every light microscope. In the prophase of mitosis the nucleolonema spreads to the karioplasm, close to the chromosomes, and in metaphase and anaphase it occurs as short bands or bands with knobs (like a rosary) lying on the chromosomes. During telophase it becomes thicker (it is best seen at this stage) and forms nucleoli. After staining with dithizone many red spots were seen in the nucleoli, during mitosis they were visible on chromosomes, especially distinct in the telophase. Some giant nucleoli with distinct nucleolonema inside, became wholly red after dithizone. Thus the present investigation confirms the occurrence of zinc in nucleoli. Our observations show that the nucleolus consists of one or few light regions like vacuoles, which don't stain. When these so called „vacuoles” appear in the central part of the nucleolus, the nucleolonema is clustered in the marginal layer of the nucleolus. The nucleoli differ much in size. The largest ones occur in *Hordeum vulgare* in which the diameter amounts to 3,5—4,5 microns (average nucleus diameter 5,7 microns). In all observed species some cells occur in which the exceptionally large nucleoli may be seen, especially in the root meristems.

These observations corroborate the work of Estable and Sotelo (1951) which describes the existence of the nucleolonema as a permanent structure persisting in the interphase nuclei, and taking part in mitosis.

Acknowledgements:

I express my gratitude to Prof. dr. S. Krupko, Head of the General Botany Department for his guidance and valuable advice during the course of the work.

Department of General Botany
Adam Mickiewicz University, Poznań

LITERATURA

- Anderson N. G., 1953, Exptl. Cell Research 5: 361*.
 Bernhard W., Haguenau F., Oberling Ch., 1952, L'ultra structure du nucleole de quelques cellules animales, révélée par le microscope électronique, Experientia 8: 58.
 Borysko E., Bang F. B., 1951, Structures of the nucleolus as revealed by the electro microscope. Bulletin of the John Hopkins Hospital 89, (6): 468—473 (przeczytano streszczenia).
 Chayen J., 1952, Symposia Soc. Exptl. Biol. 6: 290*.
 D'Angelo E. G., 1950, Ann. N. Y. Acad. Sci 50: 910*.
 Estable C., Sotelo J., 1952, Technical procedures for the study of nucleolonema. Stain Technology 27 (6).
 Estable C., Sotelo J., 1954, The behaviour of nucleolonema during mitosis. Symp. at the VIII th Congress of Cell Biol. Leiden, Series B, Nr 21: 170—190.

- Flint F. F., Johansen D. A., 1958, Nucleocytoplasmic relationships in the *Fritillaria* type of metagametogenesis, Amer. Jour. Bot. 45 (6): 464—473.
- Frey-Wyssling A., 1953, Submicroscopic morphology of protoplasm, 2-nd ed. Elsevier, Huston. 1953*.
- Fuji T., 1955, Observations on the behaviour of zinc during mitosis in fresh staminal hair cells of *Tradescantia*, Jour. Fac. Sci. Tokyo Imp. Univ. Sect. 4 Zool. v. 7 (3): 327—334.
- Fuji T., 1955, Presence of zinc in nucleoli and chromosomes and its possible role in mitosis, Jour. Fac. Sci. Tokyo Imp. Univ. Sect. 4 Zool. v. 7 (3): 313—325.
- Gates R. R., 1942, Nucleoli and related nucleolar structures, Botanical Rev. 8: 337.
- Heitz E., 1931a, Die Ursache der gesetzmässigen Zahl, Lage, Form und Grosse pflanzlicher Nukleolen, Planta 12: 775—844.
- Heitz E., 1931b, Nukleolen und Chromosomen in der Gattung *Vicia*, Planta 15: 495—505.
- Lettre R., 1954, Observations on the behaviour of nucleolus of cell in vitro, Symp. at the VIII-th Congress of Cell Biol. Leiden, Series B. Nr 21: 141—150.
- Mc Clintock B., 1934, The relation of particular chromosomal element to the development of nucleoli in *Zea mays*, Zeits. Zellf. Bd 21: 294.
- Rattenbury J. A., Serra J. A., 1952, Types of nucleolus reconstitution in telophase and the question of „nucleolar organizer”, Portugal. Acta Biol. 3, (3): 240—260.
- Ris H., Mirsky A. E., 1949, J Gen Physiol. 32: 489*.
- Shigeyasu Amano, 1954, Structure and function of the central body and the nucleolus. Extension fiber theory of the mitotic mechanism, Acta Scholae medicinalis Univ. Kioto 32 (1).
- Vincent W. S., 1955, Structure and chemistry of nucleoli, Internat. Rev. Cytol. 4: 269—295.

* Publikacja nie przeczytana w oryginale, ale znana tylko z pracy Vincenta.

Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms (Dicotyledons)

M. SKALIŃSKA, R. CZAPIK, M. PIOTROWICZ ET AL.

This paper gives the results of further studies in the chromosome numbers of Polish Angiosperms carried out by the research workers of the Institute of Plant Anatomy and Cytology, University of Krakow. The present part deals only with Dicotyledons. Like in our previous work the plant material originated exclusively from natural habitats in various parts of Poland. The determination of the chromosome numbers was based chiefly on the study of root-tip mitoses.

Betulaceae

Betula L. ($x = 7$)

Betula verrucosa Ehrh. ($2n = 28$)

Betula oycoviensis Bess. ($2n = 28$)

Betula pubescens Ehrh. ($2n = 56$)

B. pubescens ssp. *carpatica* (W. K.) Jav. (*B. carpatica* W. K.) ($2n = 56$)

B. verrucosa, studied by M. Piotrowicz. The plant material has been brought in early spring 1956 in the form of twigs cut from adult trees growing in the forest reservation of Białowieża. The twigs were kept in the laboratory in jars with water and the study was performed on acetic orcein smears of very young leaves. The chromosome number agrees with that reported previously for this species by most authors; the higher number (viz. 42) found by Johnsson (1944, cited from Tischler 1950) and by Löve (1944) has not been detected in the material studied.

B. oycoviensis Bess. studied by J. Małecka. This is an endemic species known only from a few habitats in the vicinity of Ojców. The specimens were collected in the valley of Prądnik near Hamernia, the type locality from which this species was originally described by Besser and in the neighbouring valley Bolechowicka. The material was collected in the form of seeds, subsequently germinated on Petri dishes and of young plants. This species (considered by some taxonomists as a subspecies of *B. verrucosa*) has not been investigated cytologically till now. Its chromosome number $2n = 28$ is given here for the first time.

B. pubescens Ehrh. studied by M. Piotrowicz. The origin of the material is the same as that of *B. verrucosa*: the forest reservation in Białowieża, and the

material was treated in the same way. The number $2n = 56$ established in the course of this study agrees with previous results.

B. pubescens Ehrh. ssp. *carpatica* (W.K.) Jav. studied by M. Skalińska. In the Tatra Mts this species is rather frequent in higher mountain habitats where it ascends to the layer of *Pinus montana*. The material was collected on the slopes of Opalone in a very rich habitat. Young plants 3 to 4 years old were transplanted from this habitat into the experimental field of the institute and fixed after rooting. The chromosome number of this subspecies has not been studied hitherto. It is the same as that of the typical *B. pubescens* ($2n = 56$) to which it is closely related.

Polygonaceae

Oxyria Hill ($x = 7$)

Oxyria digyna (L.) Hill. ($2n = 14$) studied by H. Weisło.

In the flora of Poland this species is a representative of the arctic-alpine eurasian element. It occurs in the Tatra Mts in higher mountain habitats, chiefly in the layer of *Pinus montana* and in the alpine layer. The specimens studied were collected in eleven habitats. Western Tatra: higher parts of the gorge Kraków (valley Kościeliska), c. 1400 m o.s.l.; Zadnie Kamienne below Gładkie Uplaziańskie, c. 1450 m o.s.l.; path near Wielka Turnia, c. 1700 m o.s.l. High Tatra: higher parts of the path from the lake Morskie Oko to pass Szpiglasowa, c. 1700 m o.s.l.; valley Za Mnichem, c. 1750 m o.s.l.; near the path to pass Zawrat, above the lake Zmarzły Staw, c. 1800 m o.s.l.; slope of Mała Kosista, c. 2000 m o.s.l.; higher parts of the path from valley Pańszczyca to pass Krzyżne, c. 2100 m o.s.l.; Wołoszyn Wielki, c. 2130 m o.s.l.; higher part of the path to Rysy, c. 2300 m o.s.l.; Rysy, below the peak, c. 2450 m o.s.l.

The number $2n = 14$ found in plants from all the above habitats is in accordance with the results of previous investigations. They concerned chiefly plants from the north and the arctic (Sweden, Norway, Spitsbergen, Kola peninsula, Greenland, Faeroes Islands and Iceland). On the other hand data dealing with plants from mountains of central Europe are rather scarce. Larsen (1954) studied plants from two habitats in the Alps while specimens of Mattick (Tischler 1950) originated probably from Tyrol. The present study which deals with plants from a variety of habitats in the Tatra Mts gives a further evidence that *Oxyria digyna* is cytologically uniform within its wide and discontinuous area of distribution.

Ranunculaceae

Caltha L. ($x = 8,7$) Studied by K. Satczek.

The taxonomy of this genus presents serious difficulties; the morphological characters seem to be highly variable in natural habitats. Further difficulties result from the complex karyological differentiation occurring within the genus. Therefore

various authors differ in respect of the taxonomical groupment of the forms. In the flora of Poland three main taxa may be distinguished on the basis of purely morphological criteria: *palustris* L., *cornuta* Schott and *laeta* Schott. They are considered by most taxonomists as separate species; some other authors however give to *cornuta* the rank of a subspecies of *C. palustris* (cf. Pawłowski 1956). The material from Poland has not been investigated cytologically hitherto. The present study carried out on a very limited number of specimens yielded the following results:

Caltha palustris L. $2n = 32$. The plants originated from southern Poland and were collected in the vicinity of Gliwice (Silesia) and in Biezanów near Krakow on damp meadows.

Caltha cornuta Sch. N.K. $2n = 56$. Plants were collected in northern Poland in a single habitat: Jelitkowo at the Baltic coast.

Caltha laeta Sch. N.K. $2n = 56$. This species occurs in mountain habitats and in the Tatra Mts it ascends sometimes to the alpine layer. The specimens for the present study were collected in one habitat in the Pieniny Mts (slope of Orlica).

All specimens from Poland studied till now had euploid chromosome numbers, whereas some authors (Reese 1954) have found frequent deviations: the occurrence of additional A-chromosomes and of small B-chromosomes. The present report gives only a very preliminary information about the cytological differentiation within the genus. In view of the complexity of the problem the investigation of a notably larger plant material is required.

Trollius L. ($x = 8$) studied by K. Sateczek.

Trollius europaeus L. ($2n = 16$)

Trollius europaeus L. ssp. *transsilvanicus* (Schur) Bł. ($2n = 16$).

This perennial species occurs in damp meadows over all Poland. In the Tatra Mts it is represented by the ssp. *transsilvanicus*.

The material originated from the following habitats: Biezanów near Krakow; Kulin Kłodzki in the Sudetic Mts; High Tatra: path to pass Zawrat above the lake Zmarzły Staw (c. 1980 m o.s.l.) (ssp. *transsilvanicus*). In all plants investigated 16 somatic chromosomes were found, in accordance with previous results (Langlet 1927, Levitsky 1931 and others).

Delphinium L. ($x = 8$). Studied by K. Sateczek.

Delphinium elatum L. $2n = 32$

Delphinium oxysepalum Borb. et Pax ($2n = 32$)

The first of these two species is represented in the Tatra Mts only by the ssp. *intermedium* (Sol.) Fleisch. et Lind. (cf. Pawłowski 1956); which is well distributed chiefly in lower mountain habitats. The material investigated originated from the following habitats in the Western Tatra: Valley of Mała Łąka (c. 950 m o.s.l.), slopes of Krokiew (c. 1100 m o.s.l.) and Hruby Regiel (c. 1300 m o.s.l.). All plants investigated had the tetraploid chromosome number $2n = 32$. For plants collected in the two first habitats this number was confirmed in the study of meioses

in P.M.C.'s. The species *Delphinium elatum* was investigated previously by Levitsky (1931), Gregory (1941) as well as by Propach (cited from Tischler 1950); all these authors give the same chromosome number as that established in the present study; it should be added however that for ssp. *intermedia* the chromosome number is reported here for the first time. *Delphinium oxyssepalum*, the second species investigated, occurs at higher altitudes frequently on limestone rocks and on scree. The tetraploid chromosome number of this dwarf mountain species was first reported by Skalińska (1950). It has been confirmed on plants from a different habitat: rocky slopes over the gorge Krakow, Kościeliska valley.

Actaea L. ($x = 8$). Studied by M. Skalińska.

Actaea spicata L. ($2n = 16$).

A common species occurring in deciduous woods over all Poland both in the plain and in lower mountain habitats. The material originated from beech woods in lower parts of the Western Tatra: from the slopes of Krokiew (c. 1100 m o.s.l.) and from woody slopes over the road „pod Reglami” (c. 1000 m o.s.l.). The plants were diploid in accordance with Langlet (1927) who first established the correct chromosome number of this species.

Isopyrum L. ($x = 7$). Studied by M. Skalińska.

Isopyrum thalictroides L. ($2n = 14$)

This species occurs in Poland in shady deciduous woods. Plants for studies were collected in the vicinity of Krakow in the wood Las Wolski where they grow abundantly. Among the *Ranunculaceae* the genus *Isopyrum* belongs together with *Aquilegia* and *Thalictrum* to the group with very small chromosomes (Gregory 1941) and with the basic number 7. Accordingly the somatic number of *Isopyrum thalictroides* is 14 (Fig. 1). Within the set one pair of nucleolar chromosomes may be discerned.

Thalictrum L. ($x = 7$). Studied by E. Pogan.

Thalictrum aquilegiifolium L. ($2n = 14$).

A perennial species occurring in wood clearings and scrubs over all Poland. The plants investigated were collected from two habitats in the limestone part of the Tatra Mts (slopes of Łysanki, c. 1350 m o.s.l.; lower part of the gorge Kraków, c. 1100 m o.s.l.). The diploid chromosome number $2n = 14$ (Fig. 2) found for the Polish material agrees with the previous results (Langlet, 1927; Kuhn, 1928, 1930; Matsuura and Sutô, 1935, cited from Tischler, 1950). According to Kuhn (1928) *Thalictrum aquilegiifolium* var. *atropurpureum* has the same chromosome number. On the other hand *T. aquilegiifolium* var. *hybridum* Hort. is tetraploid (Langlet, 1927).

Anemone L. ($x = 7, 8$). Studied by K. Satczek.

Anemone nemorosa L. ($2n = 30$).

A perennial plant occurring over all Poland chiefly in deciduous woods. The plant material for the present study has been collected in the south of Poland in

the following habitats: Tomisław (Lower Silesia); Chorynkowice near Gliwice (Upper Silesia); Lipowiec (distr. Krakow); Las Wolski near Krakow; Pieniny Mts, way to Czertezik (c. 700 m o.s.l.); Pieniny Mts, way to Przehyba (c. 500 m o.s.l.); Krynica, Central Carpathians (c. 650 m o.s.l.). The study of the somatic plates led to establish in all investigated plants the number $2n = 30$. The chromosomes are large and notable differences of their length are observable within the set.

The cytology of *A. nemorosa* has been investigated already by a number of authors and various numbers have been reported: 16 (Guinochet 1935), 24 (Winge 1917), 30 (Langlet 1932), 28—32 (Böcher 1932), 32 and 39 (Moffett 1932). The most detailed study has been done by Bernström (1946); his results point to the occurrence of aneuploidy within this species. The numbers found by this author are: 29—30, 30, 30—31, 37, 43, 45, 45—46. On the whole however it is the number 30 as well as some numbers close to it which are the most frequent. It should be added that the related species *A. ranunculoides* has $2n = 32$ and is regarded as a tetraploid with the basic number 8. Thus, the number 30 found in numerous biotypes of *A. nemorosa* seems to be aneuploid. Further studies concerning this problem are required and they should be based on a larger plant material from various parts of Poland. The investigation is being continued by Z. Trela.

Hepatica Mill. ($x = 7$). Studied by K. Satczek.

Hepatica nobilis Garsault (*H. triloba* Gilib.) ($2n = 14$).

This perennial plant occurs in Poland chiefly in the plain, in shady deciduous woods and in scrubs. Plants from the following habitats were investigated: Baltic coast near Gdańsk-Wrzeszcz; valley Będkowska and valley of Kluczwoda — two Jurassic valleys NW of Krakow; Rymanów-Zdrój — foreland of the Carpathian range. All plants had 14 somatic chromosomes. This number has been reported previously by Langlet (1927), Böcher (1932), Moffett (1932), Nakajima (1933) and Gregory (1941). Some degree of cytological differentiation however seems to occur within this species: Langlet (l.c.) gives for var. *multiloba* $n = 14$, while Sugiura (1931) found in a Japanese variety (var. *acuta*) $2n = 16$.

Batrachium S.F. Gray ($x = 8$). Studied by K. Turała

Batrachium circinatum (Sibth.) Fr. (*Ranunculus circinatus* Sibth.) ($2n = 16$).

In Poland this species occurs in stagnant waters, in dispersed habitats both in the plain and in lower mountain regions. The material studied originated from two habitats from the south of Poland: Mydlniki near Kraków and Maków Podhalański (foreland of the Carpathian range). The number $2n = 16$ (Fig. 3) established in the course of the present study is in accordance with the results of Scheerer (1939, cited from Tischler 1950).

Batrachium aquatile (L.) Dum. (*B. peltatum* Schrank. *Ranunculus heterophyllus* Web.) ($2n = 32$).

occurs in Poland in the plain and in lower mountain regions in stagnant waters. For this species a number of authors (Böcher 1932, 1938, Larter 1932, Ehrenberg 1945) reported the tetraploid chromosome number $2n = 32$. The same number

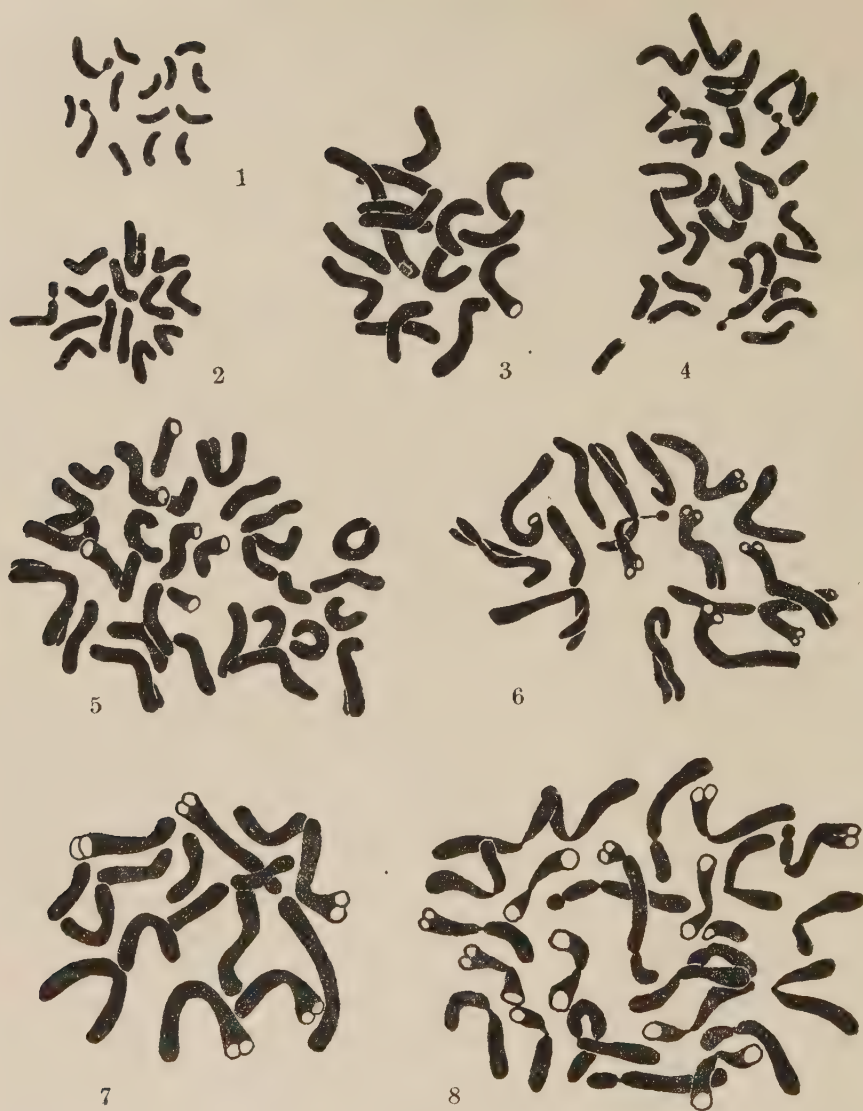


Fig. 1—8. Root-tip metaphases: 1 — *Isopyrum thalictroides* ($2n = 14$). 2 — *Thalictrum aquilegifolium* ($2n = 14$). 3 — *Batrachium circinatum* ($2n = 16$). 4 — *Batrachium aquatile* ($2n = 32$). 5 — *Ranunculus flammula* ($2n = 32$). 6 — *Ranunculus montanus* ($2n = 16$). ($\times 3000$). 7 — *Calianthemum coriandrifolium* ($2n = 16$) ($\times 2300$). 8 — *Asarum europaeum* ($2n = 26$) ($\times 3000$)

has been found also in the material originating from ten habitats in Poland (Fig. 4): Surrounding of Kraków (N. Lat. c. 50° , E. Long. c. $20^\circ 15'$): Staniątki; Pychowice; Spytkowice, surrounding of Rzeszów (N. Lat. c. $50^\circ 3'$, E. Long. c. 22°); Huta Komorowska; Krzątka; Brzostowa Góra; Wilcza Wola, Swóły near Stalowa Wola

(N. Lat. 50° 30', E. Long. 22° 15'), Baranów near Sandomierz (N. Lat. 50° 30', E. Long. 21° 35'), Wiselka near Międzyzdroje, Isle of Wolin (N. Lat. 53° 55', E. Long. 14° 28').

On the other hand Barros Neves (1944, cited from Tischler 1950) found the diploid chromosome number $2n = 16$ in specimens presumably originating from the south-western part of Europe.

Ranunculus L. ($x = 7,8$).

Ranunculus flammula L. ($2n = 32$). Studied by K. Turała

The specimens studied were collected in swampy meadows. They originated from three habitats: Marcyporęba SW of Kraków (N. Lat. 49° 50', E. Long. 19° 35'), Niepołomicka Forest near Szarów (N. Lat. 50°, E. Long. 20° 15'), Jadowniki Mokre (N. Lat. 50° 15', E. Long. 20° 40'). The number $2n = 32$ (Fig. 5) found in all plants studied is in accordance with the results of previous authors (Tischler 1950).

Ranunculus montanus Willd. ($2n = 16$). Studied by R. Trafas.

This perennial species occurs in mountains of southern and central Europe. In Poland the distribution of this species is restricted to the Tatra Mts, chiefly to its granitic part where it occurs on grass patches on slopes and on rocks (Szafer, Kulczyński and Pawłowski 1953).

The plants studied originated from six habitats in the High Tatra: Higher part of the path to pass Karb (c. 1730 m o.s.l.); slope of Opalone (c. 1700 m o.s.l.); border of the lake Czarny Staw over Morskie Oko (c. 1580 m o.s.l.); bottom of the ravine Żabi Żleb (c. 1650 m o.s.l.); lower part of the path to Rysy (c. 1650 m o.s.l.); slope of Rysy, higher part (c. 1800 m o.s.l.). In all plants studied the somatic chromosome number 16 was found (Fig. 6). This number is in accordance with the results of Langlet (1932) who investigated plants from Copenhagen. On the other hand, triploid and tetraploid plants found in addition to the diploid type by Mattick (Tischler 1950) in specimens probably originating from Tyrol have not been found in the High Tatra.

Ficaria Adans. ($x = 8$) Studied by K. Satczek.

Ficaria verna Huds. (*Ranunculus ficaria* L.) ($2n = 32$).

Cytological and embryological studies carried out hitherto on this collective species (Langlet 1927, Larter 1932, Böcher 1938 and others) have revealed the occurrence of diploid, triploid and tetraploid biotypes; only the former are sexual while the latter propagate by means of bulbils (Gustafsson 1947). In view of this karyological differentiation it was advisable to investigate the chromosome numbers of biotypes occurring in Poland. Plants originating from the following habitats have been studied till now: SE. Poland, vicinity of Rzeszów, foreland of the Carpathian range; S. Poland, vicinity of Chrzanów (distr. of Krakow); SW. Poland, Tomisław, Lower Silesia; N. Poland, near Gdańsk-Wrzeszcz, Baltic coast. All plants from the above habitats were tetraploid ($2n = 32$). It is possible that

the karyological differentiation within this collective species is connected with geographical distribution. This problem deserves a more thorough study.

Callianthemum C.A., Mey. ($x = 8$). Studied by Z. Trela.

Callianthemum coriandrifolium Rchb. ($2n = 16$).

The occurrence of this species in Poland is restricted to the higher mountain habitats of the Tatra Mts. The specimens studied were collected on the slopes of Żabi (1800—1950 m o.s.l.) on granitic rocks and in the Valley Litworowa nr Gerlach, Č.S.R. (1800 m o.s.l.) by Dr Z. Radwańska-Paryska. The chromosome number $2n = 16$ (Fig. 7) established in the course of the present study is in accordance with the results of Langlet (1932) and of Mattick (in Tischler 1950).

Aristolochiaceae

Asarum L. Studied by J. Małecka.

Asarum europaeum L. ($2n = 26$).

Asarum europaeum is a species common over all Poland in shady woods and scrubs both in the plain and in lower mountain habitats.

Cytological studies dealing with the genus *Asarum* are rather scanty. The first investigation concerning the species *A. europaeum* is that of Taeckholm and Söderberg (1918); on the basis of studies of meioses in P. M.C's these authors reported the number $n = c.12$. The same number ($2n = 24$) was given by Tanaka (1935) for the species *A. dimidiatum* Meakawa. On the other hand Ehrenberg (1945) found in specimens of *A. europaeum* from Sweden a higher number, viz. $2n = 40$. In view of the above results it seemed interesting to study the chromosome number in plants from natural habitats in Poland. Biotypes from 12 various habitats well distributed in southern, western and northern Poland, both in the plain and in the Carpathians, were collected for this study. In all specimens the somatic number was 26 (Fig. 8). In addition to the somatic plates in root tips, meiotic metaphases in P.M.C's were studied in plants from one habitat (vicinity of Krakow); 13 bivalents could be counted. It should be noted that within the somatic plates considerable differences concerning the length and the morphology of the chromosomes were observed.

Cruciferae

Arabis L. ($x = 8$). Studied by M. Skalińska.

Arabis pieninica Woł. ($2n = 16$).

This perennial species occurring endemically in the Pieniny Mts, is related to *A. alpina* L. according to the opinion of taxonomists. The chromosome number of this species has not been studied previously.

The plants were collected in 1953 by Dr Z. Radwańska-Paryska who detected in the Pieniny Mts a new abundant habitat of this species along the walls of the castle of Niedzica. The chromosome number $2n = 16$ has been established on root-tip mitoses in the course of the present study.

*Violaceae**Viola* L.Section *Dischidium* Ging.

Viola biflora L. ($2n = 12$). Studied by H. Weisło.

This alpine-arctic circumpolar species occurs in Poland in woods and on wet rocks of the Carpathians and of the Sudetic Mts. The plants studied originated from the following habitats in the Tatra Mts where they occur both on limestone and on granite: 1. A spruce forest on Hruby Regiel (c. 1300 m o.s.l.); 2. Peak of Łysanki (c. 1440 m o.s.l.); 3. Szeroki Piarg, above the lake Morskie Oko (c. 1450 m o.s.l.); 4. Slope of Opalone (c. 1700 m o.s.l.).

All plants investigated had $2n = 12$, in accordance with previous results of Clausen (1927) and of Gershoy (1928) for specimens from North America.

Section *Melanium* Ging.

Viola alpina Jacq. ($2n = 22$). Studied by M. Skalińska.

In Poland the occurrence of this species is restricted to higher elevations of the Carpathian range where it grows chiefly on limestone rocks. According to Zabłocki (1947) the Carpathian specimens belong to var. *tatrensis* Zapał. They occur in the layer of *Pinus montana* and in the alpine layer. Plants for the present study have been collected by Dr. Z. Radwańska-Paryska in the Western Tatra on calcareous rocks in the massif of Czerwone Wierchy. This species has not been studied cytologically hitherto. The number $2n = 22$ (Fig. 9) which is rather rare in this genus, is the same as that of *Viola cornuta* L. belonging to the same section (Clausen 1927).

Crassulaceae

Sedum L. Studied by E. Pogan.

Sedum alpestre Vill. ($2n = 16$).

This perennial species occurs in Poland in the Sudetic Mts and the Carpathians on granitic rocks and on shingle. In the Western Tatra it is found only on soils depleted of lime. The vertical distribution of this species in the Tatra Mts extends from the higher mountain layer upwards to the alpine layer, but it is of a very common occurrence only in the layer of *Pinus montana* and in the alpine layer.

The specimens studied originated from four habitats:

Sudetic Mts: higher part of the path from the tourist house over Śnieżne Kotły to Mały Kocioł Śnieżny in the range of Karkonosze (c. 1490 m o.s.l.).

Tatra Mts: near the path from Hala Gąsienicowa to Świnica (c. 1600 m o.s.l.); bank of the lake Czarny Staw Gąsienicowy, near the path to Granaty (c. 1620 m o.s.l.); Valley of Stawy Gąsienicowe (c. 1600 m o.s.l.).

The diploid chromosome number $2n = 16$ found in the Polish material (Fig. 10) has been established previously by Mattick (cited from Tischler 1950) and was confirmed on meioses in P.M.C.'s by Favarger (1953) for the material from the Alps.

Rosaceae

Fragaria L. ($x = 7$). Studied by R. Czapik.

Fragaria vesca L. ($2n = 14$).

Fragaria viridis Duch. (= *F. collina* Ehrh.) ($2n = 14$).

The two species were studied cytologically by various authors in connexion with their genetics and phylogeny. The chromosome numbers of plants from the area of Poland however have not been investigated hitherto.

In Poland *F. vesca* is common in woods in the lowland and it ascends in the mountains up to the layer of *Pinus montana*. The specimens for the present study originated from 11 habitats extending from Babia Góra (Western Carpathians) in the south to the Baltic coast in the north (N. Lat. is given in brackets): Babia Góra (49° 35'); Besko (49° 36'); Krynica (49° 25'); Mt. Góra Zbylutowa and Lipowiec near Chrzanów (50° 05'); Januszowice near Krakow (50° 10'); Chorenkowice near Gliwice (50° 20'); Tunel (50° 25'); Cieślówice near Tomaszów Mazowiecki (51° 31'); Baltic coast (54° 24'); Gdańsk-Wrzeszcz and Łysica.

The specimens of *F. viridis* originated from the following 5 habitats on sunny slopes: Swoszowice near Krakow (50° 00'); Podgórkę near Krakow (50° 01'); Krakow, Skały Twardowskiego (50° 04'); Tomisław, Lower Silesia (51° 10'); Chocień near Włocławek (52° 40').

The two species are cytologically uniform; the diploid number ($2n = 14$) reported by previous investigators (Tischler 1950) has been confirmed also in the course of the present study. The same number was given recently by Staudt (1952) for *F. vesca* and *F. viridis* from Central Europe, and by Löve and Löve (1956) for *F. vesca* from Iceland.

Dryas L. ($x = 9$). Studied by H. Weisło.

Dryas octopetala L. ($2n = 18$).

Dryas octopetala is an old circumpolar species of northern origin widely distributed in the alpine flora of Europe. In the Tatra Mts it is fairly common in the western part on limestone while in the High Tatra it is very rare. The material for the present study has been collected in the following habitats of the Western Tatra: 1. Valley of Biały, higher part of the valley, c. 1000 m o.s.l. 2. Gładkie Uplaziańskie, c. 1500 m o.s.l. 3. Kopa Magóry, higher part of the slope, c. 1500 m o.s.l. 4. The Common Karczisko, above the road, c. 1560 m o.s.l. 5. Slope of Kominy Tylkowe, c. 1800 m o.s.l. 6. Peak of Kominy Tylkowe, c. 1820 m o.s.l.

Prior to the present study *D. octopetala* has been cytologically investigated both from its northern centres of distribution (Flovik 1940, Böcher and Larsen 1950, Löve and Löve 1956) and from the European mountains (Böcher and Larsen 1955). On the whole, this species is cytologically uniform within its wide and discontinuous area of distribution. The number $2n = 18$ has been found also in the course of the present study for plants of the Tatra Mts. It should be added that a tetraploid strain ($2n = 36$) has been detected exceptionally by Böcher and Larsen (1955) at Col du Pillon in the Alps.

Agrimonia L. ($x = 7$). Studied by R. Czapik.

Agrimonia eupatoria L. ($2n = 28$).

The material for cytological studies has been collected in two habitats in the form of seeds (Marcyporeba near Brzeźnica, N. Lat. c. $49^{\circ}55'$, and Miechów, N. Lat. c. $50^{\circ}20'$) and in two further habitats (Dębica, N. Lat. c. $50^{\circ}05'$ and Sąspowska Valley in Ojców, N. Lat. c. $50^{\circ}10'$) in the form of root tips of adult plants. All plants had 28 somatic chromosomes in root tips. The same number was found by Wulff (1938), Maude (1940, cit. from Darlington and Wylie 1955) as well as by Löve (1954a).

Papilionaceae

Anthyllis L. ($x = 6$). Studied by J. Małecka.

Anthyllis vulneraria L. var. *affinis* (Britt.) Wohlf. (*Anthyllis affinis* Britt.) ($2n = 12$)

This variety of the coll. species *A. vulneraria* is very common in lower situations in the Tatra Mts, where it grows on dry grassy slopes.

The cytological differentiation within the collective species does not concern the chromosome number, only some details of their morphology. Tschewow and Kartaschowa (1932) who investigated *A. alpestris* and *A. maritima*, have observed only slight size differences within the chromosome set of the former, while the latter has one pair of chromosomes notably longer than the others. Jalas (1950) studied the chromosome morphology of various races (incl. „*A. affinis*” Ljubljana) and found the same type of differentiation as in *A. maritima*. The present study on plants of *A. affinis* from the slopes of Krokiew has confirmed the occurrence of one pair of large chromosomes (c. 3μ); among the smaller chromosomes however also size differences could be discerned; two pairs of minute chromosomes (c. 1μ) could be identified in all investigated root-tip metaphases (Fig. 11).

Oxalidaceae

Oxalis L. Studied by R. Czapik.

Oxalis acetosella L. ($2n = 22$).

Oxalis stricta L. ($2n = 24$).

Of the three representatives of the genus in the flora of Poland: *Oxalis acetosella* L., *O. stricta* L. and *O. corniculata* L. (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953) the two former were investigated in the course of the present study.

O. stricta is a North-American species introduced in Poland as a weed in gardens and fields. *O. acetosella* is a cosmopolitan species very common in Poland.

The genus shows a notable karyological differentiation and was therefore a subject of numerous investigations. For *O. acetosella* the chromosome number has been studied on plants from seven habitats: Świeradów and Szklarska Poręba in Sudetic Mts (N. Lat. c. $50^{\circ}50'$), Mt Tuł near Cieszyn (N. Lat. c. $49^{\circ}50'$), Mt Ćwilin (N. Lat. c. $49^{\circ}41'$), Myślenice near Krakow (N. Lat. c. $49^{\circ}50'$), Zabierzów near Krakow (N. Lat. c. $50^{\circ}10'$), Ostromecko near Bydgoszcz (N. Lat. c. $53^{\circ}10'$)

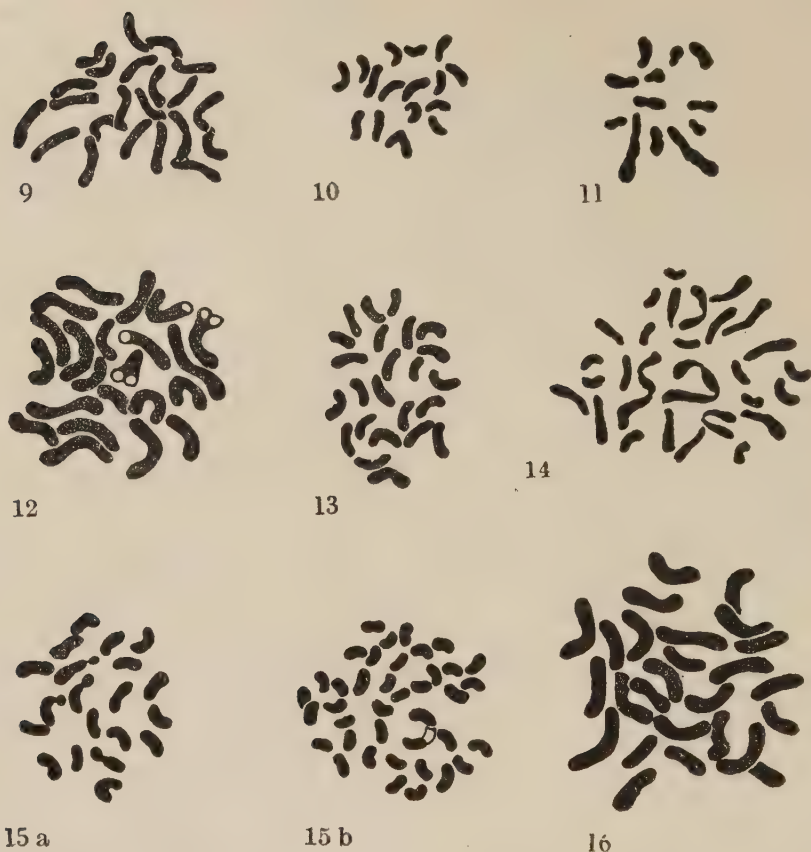


Fig. 9—16. Root-tip metaphases: 9 — *Viola alpina* ($2n = 22$). 10 — *Sedum alpestre* ($2n = 16$). 11 — *Anthyllis vulneraria*, var. *affinis* ($2n = 12$). 12 — *Oxalis acetosella* ($2n = 22$). 13 — *Oxalis stricta* ($2n = 24$). ($\times 3000$). 14 — *Polygala amara*, ssp. *brachyptera* ($2n = 28$). ($\times 3600$). 15 — *Impatiens nolitangere*, (a — $2n = 20$, b — $2n = 40$). 16 — *Impatiens parviflora* ($2n = 26$). ($\times 3000$)

and Jastrzębia Góra on the Baltic coast (N. Lat. c. $54^{\circ} 50'$). The number $2n = 22$ (Fig. 12) agrees with previous results of Heitz (1927, $n = 11 - 12$), Nakajima (1936), Löve (1954a), Löve and Löve (1956) and Marks (1956).

O. stricta studied from two habitats: Kołobrzeg on the Baltic coast and from the vicinity of Krakow, has 24 somatic chromosomes (Fig. 13). The same number has been found previously by Wulff (1937) and Marks (1956). The two species which are representatives of two separate sections within the genus differ in respect of the basic number and the morphology of their chromosomes.

Geraniaceae

Geranium L. ($x = 7$). Studied by M. Skalińska.

Geranium phaeum L. ($2n = 28$).

Geranium silvaticum L. ($2n = 28$).

Geranium phaeum is a perennial species rather common in the southern parts of Poland, in the lowland and in the Carpathians where it reaches the layer of *Pinus montana*. The material for the present study originated from the Jurassic valley Będkowska, NW of Krakow, as well as from two habitats in the Western Tatra: valley Jaworzynka (c. 1000 m o.s.l.) and the border of a wood near Wantule (c. 1200 m o.s.l.). All plants had $2n = 28$, in accordance with the previous results of Warburg (1938) and of Mattick (Tischler 1950).

Geranium silvaticum occurs in scrubs and light woods and in meadows, it is particularly common in mountain habitats, and in the Tatra Mts it ascends to the alpine layer. Plants for the present study originated from the following habitats in the Western Tatra: valley Jaworzynka (c. 1000 m o.s.l.); a wood on the slopes of Kobylarz (layer of subalpine forests, c. 1300 m o.s.l.); lower parts of the path to the massif of Czerwone Wierchy (layer of *Pinus montana*, c. 1550 m o.s.l.); very tall plants, one group with sterile anthers, another group male fertile; higher parts of the same slope, c. 1650 m o.s.l. in more exposed habitats two separate colonies of dwarf plants; bottom of Wielka Turnia on scree, c. 1700 m o.s.l. a single dwarf albino plant with purely white flowers and without any trace of anthocyanin in the vegetative parts. The differences of height seem to be phenotypic, but some other characters of these populations were evidently due to a genic differentiation.

All plants had the tetraploid chromosome number ($2n = 28$) in accordance with the previous results of Warburg (1938) and of Löve and Löve (1944, 1956).

Polygalaceae

Polygala L. studied by M. Skalińska

Polygala amara L. ssp. *brachyptera* (Chod.) Hay. ($2n = 28$).

This ssp. occurs in mountain regions and it is common in the Western Tatra on basic grassland. In spite of this, the studied material was rather scanty: plants with expanded flowers are required for a correct taxonomical determination (cf. Pawłowski 1958) and in this stage rooting is extremely difficult. Therefore, the plants for the present study originated from two habitats only: valley Kościeliska and Jaworzynka.

The chromosome number of this ssp. has not been reported hitherto. We have found $2n = 28$, the same number as that established by Larsen (1956) for *P. comosa*. Within the set of *P. amara* ssp. *brachyptera* the chromosomes show distinct size differences: one pair with a submedian centromere and a secondary constriction is notably larger, another pair has a median centromere, while some of the smaller chromosomes seem to have terminal centromeres (Fig. 14).

Balsaminaceae

Impatiens L. Studied by R. Czapik.

Impatiens noli-tangere L. ($2n = 20, 40$).

Impatiens parviflora DC. ($2n = 26$).

These two annual species are very common in Poland. *I. noli-tangere* occurs in woods and scrubs, along banks of streams, as well as in lower mountain habitats. In the course of the present work plants from the following three habitats have been investigated: Sudetic Mts near Szklarska Poręba and Świeradów; Tatra Mts: valley Kościeliska, gorge Krakow (c. 1200 m o.s.l.). Plants from the two latter habitats had $2n = 20$ (Fig. 15a), the same chromosome number as that established by Winge (1925); this is hitherto the only report concerning the cytology of this species. On the other hand, in the material collected from the first habitat the tetraploid number $2n = 40$ has been found (Fig. 15b).

I. parviflora is an Asiatic species widely dispersed in Poland as a weed in gardens and along roads among ruderal plants. For this species three chromosome numbers have been reported: $2n = 20, 24, 26$ ((Schürhoff 1926, Heitz 1926, Wulff 1934, Ehrenberg 1945). The material for the present study originated from a single habitat in the Sudetic Mts (scrub along a stream near Świeradów). The specimens investigated had $2n = 26$ (Fig. 16), the same number as that found by Heitz and Resende (1936, cit. from Khoshoo 1957).

Trapaceae

Trapa L. studied by Z. Trela.

Trapa natans L. ($2n = c. 48$).

This very rare, perishing species occurs in Poland only in the southern part of the country in a few isolated habitats; it is found in ponds and lakes situated chiefly in the basins of the rivers Vistula and San. The plant material for the present study originated from the following habitats: Jadowniki Mokre (N. lat. $50^{\circ} 15'$, E. long. $20^{\circ} 40'$), a lake formed in the ancient bed of Vistula; Baranów (N. lat. $50^{\circ} 30'$, E. long. $21^{\circ} 35'$ and Dwikozy (N. lat. $50^{\circ} 40'$, E. long. $21^{\circ} 45'$) on Vistula; Malce, near Stalowa Wola (N. lat. $50^{\circ} 30'$, E. long. $22^{\circ} 15'$), in a pond; Rybnik-Paruszowiec (N. lat. $50^{\circ} 05'$, E. long. $18^{\circ} 30'$), in a pond.

The chromosome number studied in root-tip mitoses of adult plants is $2n = c. 48$. In the metaphase plates some size differences could be found within the set, four chromosomes being larger. The only available data concerning the chromosome number of *Trapa natans* have been given by Palmgren (1943) who reported for this species $2n = 36$, thus a lower number than that found in the course of the present study.

Umbelliferae

Hacquetia Necker. ($x = 8$). Studied by Z. Trela.

Hacquetia epipactis (Scop.) D.C. ($2n = 16$).

This species is rare in Poland; it occurs in isolated habitats in deciduous woods in Silesia as well as the plateau of Lublin. The plants studied were collected in the neighbourhood of Cieszyn by K. Bijok and in Mogilany nr Krakow by D. Tumidajowicz. Their somatic chromosome number is 16 (Fig. 17). It agrees with the results obtained previously by Wanscher (1933).

Archangelica Hoffm. ($x = 11$). Studied by H. Weisło.

Archangelica officinalis Hoffm. ($2n = 22$).

In Poland wild populations of this species occur exclusively in mountain regions of the Carpathians and of the Sudetic Mts. They are well distributed in the Tatra Mts, both on calcareous soil and on granite chiefly in the layer of *Pinus montana*. According to Pawłowski (1956) the specimens from the Tatra Mts belong probably to var. *norvegica* (Rupr.) Rikli. The plants studied were collected in the High Tatra on banks of a stream running from the lake Czarny Staw to the lake Morskie Oko (c. 1550 m o.s.l.). Their chromosome number is $2n = 22$ (Fig. 18). The same results have been obtained by Schulz-Gaebel (1930), Wanscher (1931) Löve and Löve (1948, 1956), Vaarama (1949), Gardé and Malheiros-Gardé (1949) and Jörgensen, Sörensen and Westergaard (1958) for different subspecies within this species.

Primulaceae

Cortusa L. ($x = 12$). Studied by E. Pogan.

Cortusa Matthioli L. ($2n = 24$).

In the flora of Poland this perennial species is rather rare and its area of distribution is restricted to the Carpathians. It occurs there in scrubs and on moist rocky slopes. *Cortusa Matthioli* is a representative of the arctic-alpine flora with one centre in the north and others in mountain regions of Europe and Asia. It is regarded as a species of southern origin which presumably migrated from the mountain regions of Asia northwards to the arctic tundra (Kulczyński, 1924).

The specimens studied were collected in the Western Tatra (Valley of Mała Łąka; c. 1000 m o.s.l.). The somatic chromosome number $2n = 24$ (Fig. 19) established on the Polish material is in accordance with the results of previous investigations (Bruun, 1932, List of chromosome numbers, Tischler 1950).

Androsace L. Studied by H. Weisło.

Androsace chamaejasme Wulf. ($2n = 20$).

According to Szafer (1949), in the Polish flora *Androsace chamaejasme* is a representative of the alpine-arctic eurasiatic element. It is regarded as a species of mountain origin which presumably migrated northwards in the Diluvial period. In Poland it is common in the limestone part of the Tatra Mts, where its vertical distribution extends from the higher mountain layer to the layer of *Pinus montana*. The plants studied originated from the following habitats in the Western Tatra: Gładkie Uplaziańskie, a grassy slope (c. 1500 m o.s.l.); Twardy Uplaz (c. 1600 m o.s.l.); Ciemniak, below the peak (c. 2050 m o.s.l.).

In all specimens investigated, the chromosome number $2n = 20$ could be established (Fig. 20). The same chromosome number ($n = 10$) has been found by Favarger (1954) for this species and by Dahlgren (1916) for *A. septentrionalis*.

On the other hand, higher numbers have been reported for *A. maxima* by Titova ($n = 29-30$, cited from Tischler 1950), and for *A. villosa* ($n = 36-37$) by

Sokolovskaja and Strelkova for plants from the Caucasus (1940, cited from Tischler 1950). This points to a well marked karyological differentiation within the genus *Androsace*.

Primula L. Studied by M. Skalińska

Primula auricula L. ($2n = 62$).

A mountain species occurring in Poland in the Pieniny and Tatra Mts on calcareous rocks. Its vertical distribution extends from lower mountain habitats to the alpine layer. The plants for the present study originated from rocks in higher parts of Krokiew (Western Tatra, c. 1300 m). Their chromosome number $2n = 62$ agrees with that first determined by Wanner (1943) and confirmed by Larsen (1954) for plants from the Swiss Alps.

Menyanthaceae

Menyanthes L. Studied by R. Trafas.

Menyanthes trifoliata L. ($2n = 54$).

This species occurs in Poland in wet meadows, swamps and moist ditches. The specimens studied originated from two habitats in the north of Poland: Isle of Wolin and Jastrzębia Góra on the Baltic coast. The number $2n = 54$ found in all plants studied (Fig. 24) is in accordance with the previous results of Palmgren (1943), Rork (1949) Löve (1954), Löve a. Löve (1956) and of Jörgensen, Sörensen and Westergaard (1958).

Gentianaceae

Swertia L. Studied by K. Satczek.

Swertia perennis L. ssp. *alpestris* (Bmg.) Jav. ($2n = 28$).

The ssp. *alpestris* is a rather common plant in higher parts of the Carpathian range, especially in the limestone part of the Tatra Mts. It grows on wet rocks and on shady slopes, frequently also on borders of streams. The material originated from four habitats in the Western Tatra 1. Valley of Biały (c. 940 m o.s.l.); 2. Valley of Mała Łąka (c. 950 m o.s.l.); 3. Valley Kościeliska (c. 930 m o.s.l.); Gorge Kraków (c. 1100 m o.s.l.). All plants had the somatic number 28 (Fig. 23). The same number has been reported by Favarger (1952) who studied plants of *Swertia perennis* from the Alps and from the Jura in Switzerland; on the other hand Woycicki (1937) counted in plants of var. *typica* of unknown origin only 24 chromosomes.

Gentiana L. Studied by M. Skalińska.

Gentiana ciliata L. ($2n = 44$).

This perennial species is common in the Western Tatra in lower habitats on dry grassy slopes and light scrubs. The specimens for the present study were collected in a scrub near the entrance to the Valley of Biały (c. 900 m o.s.l.) and on a sunny grassy slope over the Valley Jaworzynka (c. 1200 m o.s.l.). The chromosome number of this species is $2n = 44$. The present results agree with those of Favarger (1949).

who counted 22 bivalents in the I Metaphase of the E.M.C.'s and 22 chromosomes in the pollen grain mitosis of plants from natural habitats in the Alps.

Boraginaceae

Cynoglossum L. ($x = 12$). Studied by R. Czapik.

Cynoglossum officinale L. ($2n = 24$).

The material of this species was collected in the form of seeds originating from plants growing in the following localities of Central Poland: near a road in Cie-

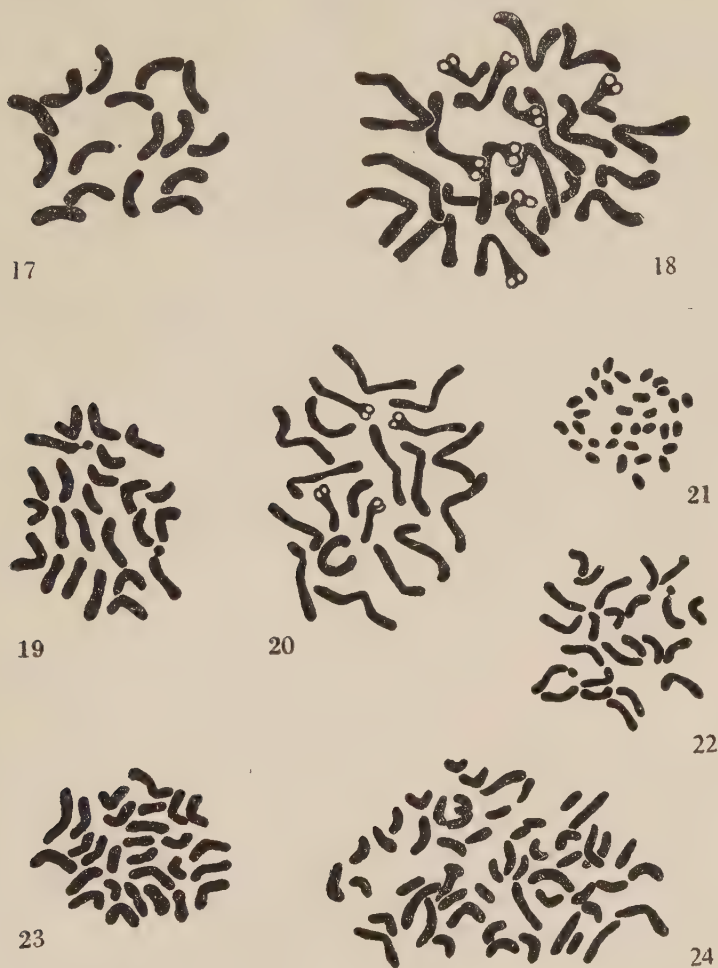


Fig. 17—24. Root-tip metaphases: 17 — *Hacquetia epipactis* ($2n = 16$). 18 — *Archangelica officinalis* ($2n = 22$). 19 — *Cortusa Matthioli* ($2n = 24$). 20 — *Androsace chamaejasme* ($2n = 20$). 21 — *Pinguicula alpina* ($2n = 32$). 22 — *Cynoglossum officinale* ($2n = 24$). 23 — *Swertia perennis* ssp. *alpestris* ($2n = 28$) ($\times 3000$). 24 — *Menyanthes trifoliata* ($2n = 54$) ($\times 4000$)

chocinek (N. Lat. 52° 53'), in Ząbinek near Włocławek (N. Lat. 52° 50'), on the road border of Zbocza Płutowsko-Starogrodzkie near Bydgoszcz (N. Lat. 53° 10') and in the neighbourhood of the castle ruins in Inowódz near Tomaszów Mazowiecki (N. Lat. 51° 10').

The seeds germinated easily and abundantly on Petri dishes after careful taking off their pericarp and seed coat. All plants had 24 somatic chromosomes (Fig. 22). In the metaphase plates two chromosomes with trabants could be discerned. The same chromosome number had been found by Strey (1931) who investigated meioses of *C. officinale*, by Britton (1951, cit. acc. to Darlington and Wylie 1955) as well as by Löve and Löve (1956).

It should be added that among the plants germinated from seeds collected in Ząbinek a pair of twins has been found. One of these plants was lost in a very young stage before the fixation of root tips was possible while the second developed into a normal diploid plant.

Labiatae

Glechoma L. ($x = 9$) Studied by M. Skalińska.

Glechoma hederacea L. ($2n = 36$).

A common plant occurring in Poland in light scrubs, along road borders and frequent also as a garden weed. In the Carpathians it is found only in lower situations. The specimens for the present study originated from the following habitats: Kulikowo, near Warsaw, scrub on the right bank of the river Vistula; Zakopane, roadside; Antołówka over Zakopane, border of a meadow; Krakow, in a garden as a weed. The specimens studied have been identified as *Glechoma hederacea* L. which is common in Poland. The second species of the genus, *G. hirsuta* W.K. is notably rarer and occurs only in the south-eastern part of the country. All plants investigated had $2n = 36$. Previous studies however have revealed a differentiation within this species. In addition to the number 36, also the diploid number $2n = 18$ has been reported by some authors (e.g. Scheerer, 1940).

Scrophulariaceae

Digitalis L. ($x = 7$). Studied by H. Weisło.

Digitalis grandiflora Mill. (*D. ambigua* Murr.). ($2n = 26$).

The genus *Digitalis* in Poland is represented by three species, *D. grandiflora* Mill., *D. purpurea* L., and *D. lutea* L. Only the first species is indigenous to the flora of Poland. It occurs in clearings, scrubs and in light woods both in the plain and in mountain regions, where it ascends from the lower mountain layer to the layer of *Pinus montana*. The plants for the present study were collected in the following habitats in southern Poland, in the range of Gorce and in the Tatra Mts.: Leńcze near Kalwaria, clearing of a wood (N. lat. 49° 54', c. 650 m o.s.l.); Gorce: Poręba Wielka (N. lat. 49° 48', c. 800 m o.s.l.); Poronin near Zakopane, Galicowa Grapa (c. 950 m o.s.l.); Tatra Mts: Valley of Biały, border of a stream (c. 900 m o.s.l.); Łysanki, near the peak (c. 1440 m o.s.l.); Zadnie Kamienne (c. 1300 m o.s.l.).

The number $2n = 56$ established in the course of the present study is in accordance with the results of all previous authors (Buxton and Newton 1928, Michaelis 1931, Haase-Bessel 1932, Buxton and Dark 1934).

Bartsia L. ($x = 6,7$). Studied by H. Weisło.

Bartsia alpina L. $2n = 24$.

This species has a discontinuous area of distribution, with separate centres in high mountains of Europe, Asia, North America and in the arctic. It is considered as a species of mountain origin (Szafer 1949). In Poland *B. alpina* occurs in the Sudetic Mts, Western Carpathians (Babia Góra), and in the Tatra Mts. Its vertical distribution extends from the layer of subalpine forests to the alpine layer. The specimens for the present study have been collected in the following habitats: Western Tatra: Ciemniak near the entrance to Grota Lodowa (c. 1710 m o.s.l.); higher part of Wielki Żleb below Ratusz (c. 1800 m o.s.l.); High Tatra: slope of Opalone (c. 1700 m o.s.l.); slope of Kosista (c. 2010 m o.s.l.).

In all plants studied the number $2n = 24$ has been found. According to previous studies on plants from other geographical areas, *B. alpina* shows a high degree of karyological differentiation. It is represented by four different chromosomic types: $2n = 12$ (Mattick, cited from Tischler 1950), 24 (v. Witsch 1932, Mattick, cited from Tischler 1950, Favarger 1953, Löve and Löve 1956, and the present study), 28 (Böcher and Larsen 1950), 36 (Doulat 1946, cited from Böcher and Larsen 1950).

Böcher and Larsen (1956) assume the occurrence of two different basic chromosome numbers: 7 in the arctic regions and 6 in Central Europe. The results of Löve and Löve (1956) obtained for plants from Iceland suggest that the forms with the basic number 6 have a wider geographic distribution.

Lentibulariaceae

Pinguicula L. ($x = 8$). Studied by M. Skalińska.

Pinguicula alpina L. ($2n = 32$).

Pinguicula vulgaris L. ($2n = 64$).

In the flora of Poland the genus *Pinguicula* is represented by three species: *P. alpina*, *P. vulgaris* and *P. bicolor* Woł., a species closely related to *P. vulgaris* and considered by some taxonomists as a subspecies of the latter. The correct chromosome numbers of *P. alpina* and *P. vulgaris* had been first reported by Löve and Löve 1944 (cited from 1948) for plants from Sweden. The same results were obtained by Doulat (1947) for plants from France, and recently the chromosome number of *P. vulgaris* has been confirmed for specimens from SW Greenland by Jörgensen, Sörensen and Westergaard (1958). According to the results of Zurzycki (1954) who studied in this Institute *P. vulgaris* and *P. biflora* from natural habitats in southern Poland, these two species have $2n = 64$. On the other hand, the chromosome number of *P. alpina* was not studied hitherto in Poland.

Pinguicula alpina in the flora of Poland belongs to the Eurasiatic arctic-alpine element. It is very frequent at lower altitudes in the Tatra Mts. The plants for the present study originated from the following habitats in the Western Tatra: a shady slope over the valley of Biały (c. 930 m o.s.l.); on moist calcareous rocks in lower parts of Gorge Krakow, Valley Kościeliska (c. 1100 m o.s.l.); a slope over valley Jaworzynka (c. 1100 m o.s.l.); calcareous rocks of Skupniów Uplaz (c. 1400 m o.s.l.), Pass Między Kopami, a grassy slope over the road (c. 1500 m o.s.l.). All plants had $2n = 32$ (Fig. 21) in accordance with the previous results.

Pinguicula vulgaris. A renewed study of this species has been undertaken in view of the fact that the plants studied previously by Zurzycki originated exclusively from lower altitudes in the Western Tatra. This species is very rare on higher elevations; according to Kotula (1890) it ascends only to c. 1200 m; however in 1955 a colony of small plants belonging to *P. vulgaris* has been detected in the High Tatra at the altitude of c. 1600 m (layer of *Pinus montana*), on a steep slope over the path from the lake Morskie Oko to Pass Szpiglasowa. These plants were found near a spring in swampy ground among *Sphagnum*. Their rosettes of leaves had hardly 4 cm in diameter, and their flowers were notably smaller and paler than those of typical plants of *P. vulgaris*. The resp. morphological differences however could be due to local modifications. The chromosome number of plants from this unusual habitat was exactly the same as that reported previously: $2n = 64$.

Rubiaceae

Asperula L. ($x = 11$). Studied by M. Piotrowicz.

Asperula odorata L. ($2n = 44$).

In Poland this species is rather common in lowland habitats in shady deciduous woods; in the mountains it ascends to the higher mountain layer. The material studied originated from seven habitats: northern Poland — Elbląg; southern Poland — Grabowiec, Myślenice, Cwilin, Zawoja; Western Carpathians (Babia Góra; Pieniny Mts (Trzy Korony).

In all specimens the number $2n = 44$ was found (Fig. 25). The same number has been established previously by Fagerlind (1937), Homeyer (1933, 1937) and Poucques (1949).

Asperula tinctoria L. ($2n = 44$)

This species occurs in Poland in the lowland and only rarely in lower mountain habitats. The chromosome number $2n = 44$ found in specimens originating from the vicinity of Kraków (Fig. 26) agrees with that previously established by Fagerlind (1934, 1937).

Galium L. Studied by M. Piotrowicz.

Galium verum L. ($2n = 44$)

This species is widely distributed over all Poland, both in the plain and at lower altitudes in mountains; it occurs in meadows, along field borders and in light scrubs.

The chromosome number $2n = 44$ (Fig. 27) established on specimens originating from four separate habitats in the vicinity of Warsaw agrees with the number given for that species by Fagerlind (1934, 1937) and Homeyer (1933, 1936). In addition, the diploid number has been established previously by Poucques (1949), while Fagerlind reported the number $2n = 66$ for a single specimen. These results suggest that the tetraploid type has a wider geographic distribution. In southern Europe it occurs together with the diploids which are absent from northern Europe.

Somewhat similar relations were noticed by Fagerlind (1937) for *Galium mollugo*. Within this species the tetraploid forms occupy a much wider area than the

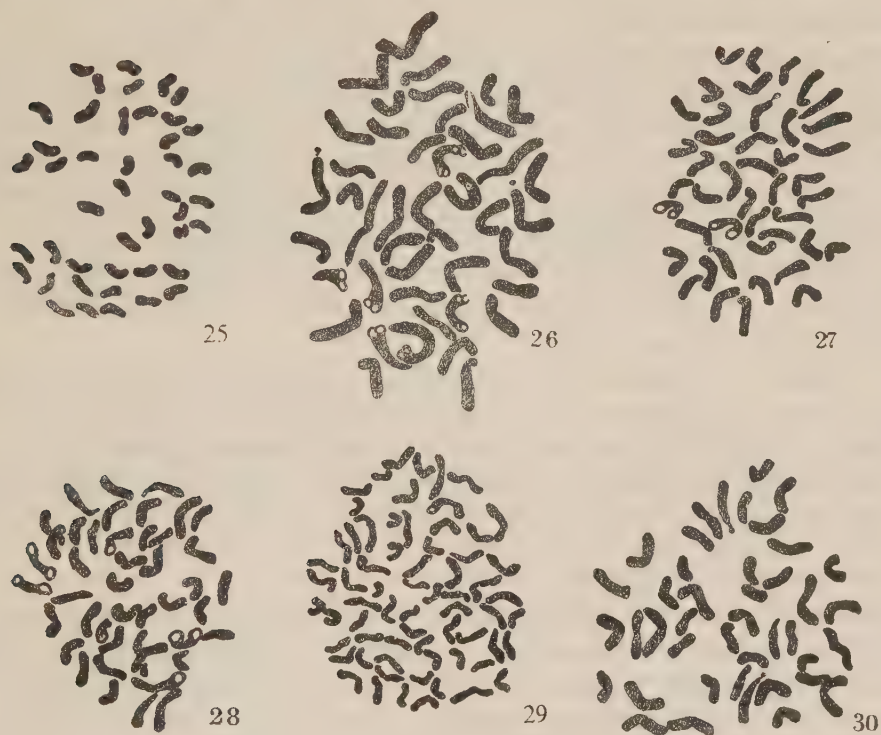


Fig. 25—30. Root-tip metaphases: 25 — *Asperula odorata* ($2n = 44$). 26 — *Asperula tinctoria* ($2n = 44$). 27 — *Galium verum* ($2n = 44$). 28 — *Galium anisophyllum* ($2n = 44$). 29 — *Galium boreale* ($2n = 66$). 30 — *Galium aparine* ($2n = 42$). ($\times 3700$)

diploids, the habitats of the former extending more northwards. However according to recent studies on the Polish material of *G. mollugo* (Piotrowicz 1958), also the diploid type extends farther northwards than it could be anticipated from previous investigations. In connection with these results a more detailed study of the Polish representatives of *G. verum* has been started.

Galium anisophyllum Vill. ($2n = 44$). Studied by M. Piotrowicz.

In a previous paper on *Galium* Piotrowicz (1958) reported the tetraploid number for plants of *Galium anisophyllum* from the Western Carpathians (Babia Góra) and the Tatra Mts. Now these results have been supplemented by the study of specimens from the Pieniny Mts (N. lat. $49^{\circ} 25'$, E. long. $20^{\circ} 25'$). They proved to be likewise tetraploid. (Fig. 28).

The chromosome number $2n = 44$ of *Galium anisophyllum* from Poland agrees with that previously reported for this species by Fagerlind (1934, 1937) and Ehrendorfer (1949). This author however reported also other numbers, viz. $2n = 22, 66, 88, 110$ for plants from Tyrol and the Alps (1949, 1955, 1956, 1958).

Galium boreale L. $2n = 66$

For *Galium boreale* two chromosomic types $2n = 44$ and 66 have been reported by Löve (1954a, b), by Löve and Löve (1954, 1956), Poucques (1949), Turesson (1938), Homeyer (1933, 1936), Fagerlind (1934, 1937), as well as by Böcher and Larsen (1950). The former type occurs in Europe and Western and Central Asia, while the latter has been reported only from North America and Eastern Asia.

In the course of the present study the chromosome number $2n = 66$ (Fig. 29) was established on plants from two habitats: Northern Poland — Baltic Coast (Dębki, N. Lat. $54^{\circ} 50'$, E. Long. $18^{\circ} 8'$); Southern Poland in the vicinity of Kraków (N. Lat. $50^{\circ} 4'$, E. Long. $19^{\circ} 57'$).

It should be emphasized that hitherto the hexaploid type was not reported from Europe. According to Löve and Löve (1954) the number 66 given by Homeyer (1933, 1936) originated probably from a botanical garden; the source of that material is unknown. In view of the present result a more detailed cyt-taxonomical study of this species in Poland is in progress.

Galium aparine L. $2n = 42$

This species is well distributed in Europe (in Scandinavia to N. Lat. $68^{\circ} 56'$), in parts of Asia and is introduced also in North and South Africa. It is of common occurrence in Poland in woods, scrubs and fields as well as in ruderal habitats. The material studied originated from 4 habitats: Vicinity of Wrocław (N. Lat. $51^{\circ} 6'$, E. Long. $17^{\circ} 3'$), Kraków (N. Lat. $50^{\circ} 4'$, E. Long. $19^{\circ} 57'$), Jordanów (N. Lat. $49^{\circ} 38'$, E. Long. $19^{\circ} 47'$), the Pieniny Mts (N. Lat. $49^{\circ} 25'$, E. Long. $20^{\circ} 25'$).

It should be emphasized that in all specimens the aneuploid number $2n = 42$ has been found (Fig. 30). This number has not been reported hitherto. Previous studies have led to establish the following chromosome numbers: $2n = 22, 44$ (Poucques 1949), 64 (Böcher, Larsen and Rahn 1955, Fagerlind 1934, 1937), c. 66 (Löve and Löve 1956) and 86 (Fagerlind 1934, 1937).

Thus, besides the number 42 found in the course of the present study, two other aneuploid numbers were found hitherto in *G. aparine*: $2n = 64$ and 86 . In each of

these numbers the deviation from the corresponding euploid types comports two missing chromosomes.

The occurrence of aneuploid numbers in *G. aparine* is in contrast with the results obtained for other *Galium* species. It should be added however that Fagerlind (1934, 1937) has also found an aneuploid number ($2n = 45$) in a single specimen of *G. mollugo*.

Valerianaceae

Valeriana L. ($x = 7,8$). Studied by M. Skalińska.

Valeriana sambucifolia Mikan. ($2n = 56$).

In Poland the main centre of distribution of this octoploid species is found in the mountain regions in the south. In the course of our previous work (Skalińska, 1951) the chromosome number of plants from the Western Carpathians (Babia Góra), the Pieniny and Tatra Mts has been investigated. Plants for the present study originated from an area not explored previously, namely the Eastern Carpathians, range of Bieszczady (N. Lat. $49^{\circ} 00'$, E. Long. $22^{\circ} 45'$), slope of Mały Halicz (1220 m o.s.l.) under *Alnus* trees. The resp. specimens could be identified without hesitation as *Valeriana sambucifolia* in view of the occurrence of overground runners and of the very low number of leaflets in stem-leaves (3 pairs, cf. Skalińska 1951, p. 163). The chromosome number of these plants ($2n = 56$) is in accordance with our previous results.

Campanulaceae

Campanula L. Studied by M. Skalińska

Campanula alpina Jacq. ($2n = 34$).

In Poland the occurrence of this species is limited to the Tatra Mts. It grows almost exclusively on granitic soil in the High Tatra, where its vertical distribution extends from the layer of *Pinus montana* to the alpine layer. The plants for the present study originated from three separate habitats in the High Tatra. Layer of *Pinus montana*: near the path to Świstówka over Hala Gładka, c. 1600 m o.s.l.; a grassy slope near the path from the valley of Stawy Gąsienicowe to the pass Liliowe, c. 1700 m o.s.l. Alpine layer: slope of Granaty, among rock debris, c. 2000 m o.s.l. The chromosome number of *Campanula alpina* has not been studied hitherto; according to the results obtained in the course of the present work, this species has $2n = 34$ (Fig. 31), thus, within the genus it belongs to the group of species with the basic number 17.

Compositae

Bellis L. ($x = 9$). Studied by M. Piotrowicz.

Bellis perennis L. ($2n = 18$).

This species is common in Poland in the plain and in the mountains where it ascends to the layer of *Pinus montana*.

The somatic chromosome number was studied in plants from the following habitats: Northern Poland: Prabuty (N. Lat. $53^{\circ} 45'$, E. Long. $19^{\circ} 47'$) as well

as from the southern parts of the country: from the vicinity of Kraków; Myślenice (N. Lat. $49^{\circ} 50'$, E. Long. $19^{\circ} 57'$); Jordanów (N. Lat. $49^{\circ} 38'$, E. Long. $19^{\circ} 47'$); Western Tatra, Sarnia Skała (1360 m o.s.l.). The number $2n = 18$ found in all plants studied is in accordance with the results of the previous authors (list in: Tischler 1950, Darlington and Wylie 1955).

Bellidiastrum Cass. ($x = 9$). Studied by M. Skalińska.

Bellidiastrum Michellii Cass. ($2n = 18$).

This perennial species occurs in Poland only in mountain habitats. It is very common in the Tatra Mts from the higher mountain layer to the alpine layer, and

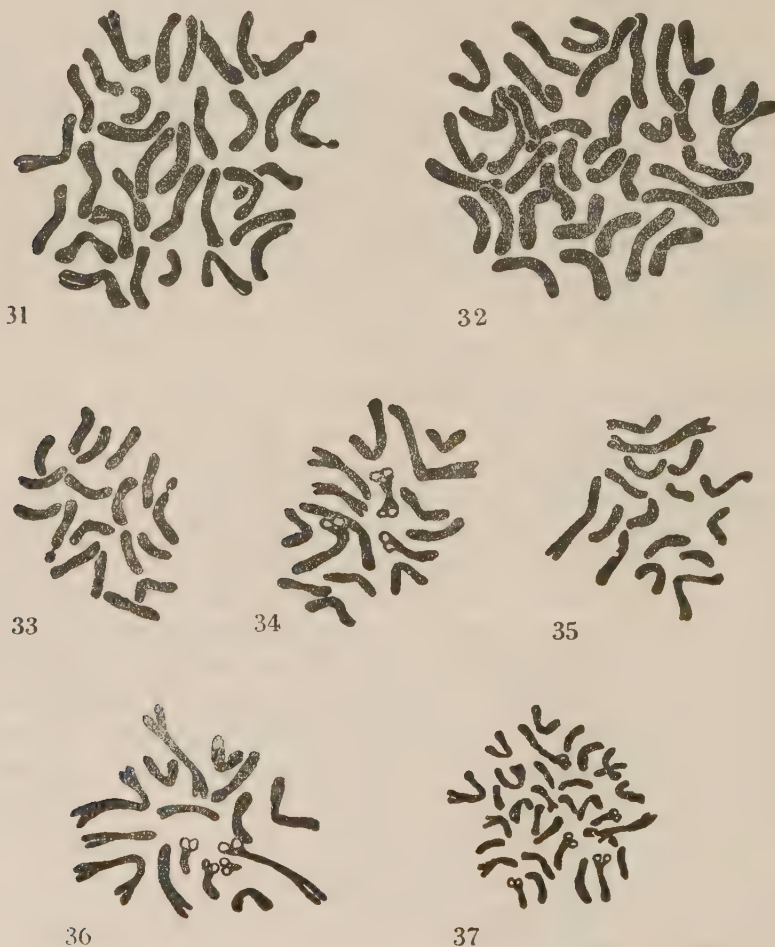


Fig. 31—37. Root-tip metaphases: 31 — *Campanula alpina* ($2n = 34$). ($\times 3600$). 32 — *Aster alpinus* ($2n = 36$). 33 — *Erigeron uniflorus* ($2n = 18$). 34 — *Inula salicina* ($2n = 16$). 35 — *Inula hirta* ($2n = 16$). 36 — *Inula ensifolia* ($2n = 16$). 37 — *Inula britannica* ($2n = 32$). ($\times 3000$)

it occurs also in the Pieniny Mts. It is a calcicolous species which grows on limestone rocks.

The chromosome number of this species has been established recently by Larsen (1954) who reported the somatic number 18 for plants from two habitats in the Alps. The same number has been found in plants from the Western Tatra: calcareous rocks near the entrance to valley of Biały and over the road on the slope of valley Jaworzynka.

Aster L. ($x = 9$).

Aster tripolium L. ($2n = 18$). Studied by M. Piotrowicz.

This halophytic species occurs in Poland chiefly along the Baltic coast in salt marshes, but it is found rarely also in the inland salines.

The plant material originated from two habitats on the Hel peninsula (Baltic coast): Jurata and Jastarnia (N. Lat. $54^{\circ} 45'$, E. Long. $18^{\circ} 20'$).

The chromosome number of the plants investigated ($2n = 18$) is in accordance with the previous results (list in: Tischler 1950, Darlington and Wylie, 1955).

Aster alpinus L. ($2n = 36$). Studied by H. Wcisło.

In Poland the distribution of *Aster alpinus* is restricted to the Pieniny Mts and to the limestone part of the Tatra Mts. The specimens from the following habitats have been studied: Pieniny Mts: Limestone rocks near the bank of river Dunajec between Szczawnica and Krościenko (c. 700 m o.s.l.); Czerwone Skalki, near the path from Sokolica to Trzy Korony (750 m o.s.l.); Tatra Mts: Kościeliska Valley — limestone rocks over the entrance to Grota Mylna (c. 950 m o.s.l.); Zadnie Kamienne (c. 1300 m o.s.l.).

All plants investigated had $2n = 36$ (Fig. 32). The same chromosome number has been found previously by Sokolovskaja and Strelkova in materials from Pamir and Altai (1938, cited from Darlington and Wylie 1955). On the other hand, a different chromosome number ($2n = 18$) has been reported by Sakai (1935) in his list of alpine plants, for materials of unknown origin. It should be added that the present study gives the first report concerning the chromosome number of *A. alpinus* in the mountains of central Europe. It would be interesting to study specimens from the Alps.

Erigeron L. ($x = 9$). Studied by E. Pogan.

Erigeron uniflorus L. ($2n = 18$).

A perennial species occurring in Poland on moist mountain pastures and rocks in the Tatra Mts, chiefly in the alpine layer. It is a representative of the arctic-alpine flora with a putative centre of origin in the mountain regions (Kulczyński, 1924).

The specimens studied were collected in the Western Tatra, on the slopes of Ciemniak (c. 1800 m o.s.l.; group of Czerwone Wierchy). The diploid number $2n = 18$ (Fig. 33) established in the course of the present study is in accordance with that reported previously for plants from the north by Holmgren (1919,

cit. from Böcher and Larsen 1950), Böcher and Larsen (1950), Löve (1950) as well as Löve and Löve (1948, 1956) and recently by Jørgensen, Sørensen and Westergaard (1958).

Gnaphalium L. ($x = 7$). Studied by M. Skalińska.

Gnaphalium supinum L. ($2n = 28$).

Gnaphalium norvegicum Gunn. ($2n = 56$).

The occurrence of these two species is limited in Poland to the mountains; their vertical distribution extends from lower mountain habitats to the highest peaks. Hitherto the chromosome numbers of these two species have been studied on specimens from the north.

Plants of *G. supinum* have been collected in the Western Tatra in the glacial cirque „Piekło” (c. 1600 m o.s.l.) on the south-eastern slope of Giewont; they grew in shade among large blocks of rocks in humus-filled cracks. Their chromosome number agrees with that found by Löve and Löve (1948, 1956) for specimens from Scandinavia and Iceland, as well as with the results of Jørgensen, Sørensen and Westergaard for plants from SW Greenland.

The material of *G. norvegicum* originated from three habitats: the Sudetic Mts, range of Karkonosze (coll. Dr. I. Kucowa); Western Tatra: a slope over Hala Kondratowa; Mt. Czuby Goryczkowe, near the peak (c. 1900 m). All plants studied had $2n = 56$ in accordance with the results of Löve and Löve (1944, cited from 1948, 1956); the same approximate number (54—57) has been reported by Jørgensen, Sørensen and Westergaard. Thus, in the two species of *Gnaphalium* the same numbers have been found in central-european mountains as in northern areas.

Inula L. Studied by Z. Bauer.

Inula ensifolia L. ($2n = 16$).

Inula salicina L. ($2n = 16$).

Inula hirta L. ($2n = 16$).

Inula britannica L. ($2n = 32$).

Inula ensifolia: According to Kozłowska (1931) *Inula ensifolia* represents in the Polish flora a steppe relict with a dispersed area of distribution; it occurs in a few isolated centres on loess layers of the Plateau of Little Poland and the Plateau of Lublin; in addition it grows in the Pieniny Mts. Plants from the following habitats have been studied: Plateau of Little Poland: lower course of the river Nida (N. Lat. $50^{\circ} 20'$); Tunel near Miechów, in a beech wood (N. Lat. $50^{\circ} 27'$); the jurassic Valley of Kluczwoda; the limestone Valley Kalina Mała near Kraków; Pieniny Mts: Sokolica, lower part of the slope; a meadow above the bank of river Dunajec.

The chromosome number of *I. ensifolia* $2n = 16$ (Fig. 36) agrees with that previously established by Reese (1953).

I. salicina occurs chiefly in the southern part of Poland in the plain and in lower

mountain regions (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953). The specimens studied were collected in the following habitats: Ojców near Kraków, beech wood in a jurassic valley; Pieniny Mts: way to Czertezik — in a beech wood; way from Szczawnica to Krościenko — in a meadow; Sokolica, lower part of the slope (together with *I. ensifolia*); Orlica, a spruce forest; Czerwone Skałki, on calcareous rocks in a beech wood.

All plants investigated had the diploid chromosome number $2n = 16$ (Fig. 34). It should be added that the present study gives the first report of the chromosome number of this species.

It is worth while mentioning that in the lower part of the slope of Sokolica, where plants of *I. salicina* and *I. ensifolia* are growing together, numerous intergrading forms, probably of hybrid origin, were found; they had likewise $2n = 16$.

I. hirta L. In the Polish flora *I. hirta* is a representative of the mediterranean-pontic element (Szafer 1949). This species is rare in northern Poland; on the other hand in lowland habitats of central and southern Poland as well as in calcareous parts of lower mountain regions it occurs rather frequently. The plants studied originated from four habitats in jurassic valleys north-west of Kraków, limestone rocks of Valleys of: Kluczwoda, Bolechowicka, Będkowska, Kalina Mała.

This species is, likewise, diploid; the chromosome number $2n = 16$ (Fig. 35) was found. The same number has been previously reported for plants originating from southern Europe (Tongiorgi 1935, 1942, cited from Darlington and Wylie 1955).

I. britannica L. According to previous records, some degree of cytological differentiation occurs within this species. In the course of the study of *I. britannica* subsp. *japonica* Kitam., Okabe (1937) revealed the occurrence of two chromosome numbers: $2n = 16$ and 24. On the other hand Pólya (cited from Soó 1947) found $2n = 32$ for plants originating from Hungary. In view on this, a large material has been collected for the present study from a variety of habitats in different parts of Poland: Bytyń near Poznań, a ditch along a road (N. Lat. $52^{\circ} 28'$); Izabelin near Warsaw — glade in a wood (N. Lat. $52^{\circ} 16'$); Spała — bank of the river Pilica (N. Lat. $51^{\circ} 33'$); Vicinity of Krakow: Przegorzały, meadows along the banks of the river Vistula; Podgórze, banks of Vistula; Olsza, a ditch along a road; Biezanów, meadows along the bank of the river Drwinia; Szczawnica, meadows along the banks of the river Dunajec.

In all plants invariably the tetraploid chromosome number $2n = 32$ (Fig. 37) could be established, in spite of well marked morphological differences among plants collected in various natural habitats; this suggests that the diploid type does not occur in Poland. The diploid subsp. *japonica* investigated by Okabe (1937) presumably represents a phylogenetically older type than that from the European continent.

Of the four species investigated, three: *I. ensifolia*, *I. salicina*, *I. hirta*, are diploid perennials occurring in Poland only in isolated habitats; this points to their putative

high age. By contrast, the tetraploid *I. britannica* is presumably a phylogenetically younger, usually biennial species with a wide area of distribution extending over almost all Poland.

Bidens L. ($x = 12$). Studied by E. Pogan.

Bidens cernuus L. ($2n = 24$).

Very few data concerning the chromosome numbers of the representatives of the genus *Bidens* are available. *Bidens cernuus* was studied karyologically only by Levitsky (in litt. 1934, 1940; cit. from Tischler, 1950) who found the number $2n = 24$.

In Poland this annual species is rather common in the plain and in lower mountain habitats. It occurs there on borders of ponds and ditches and in peat-bogs.

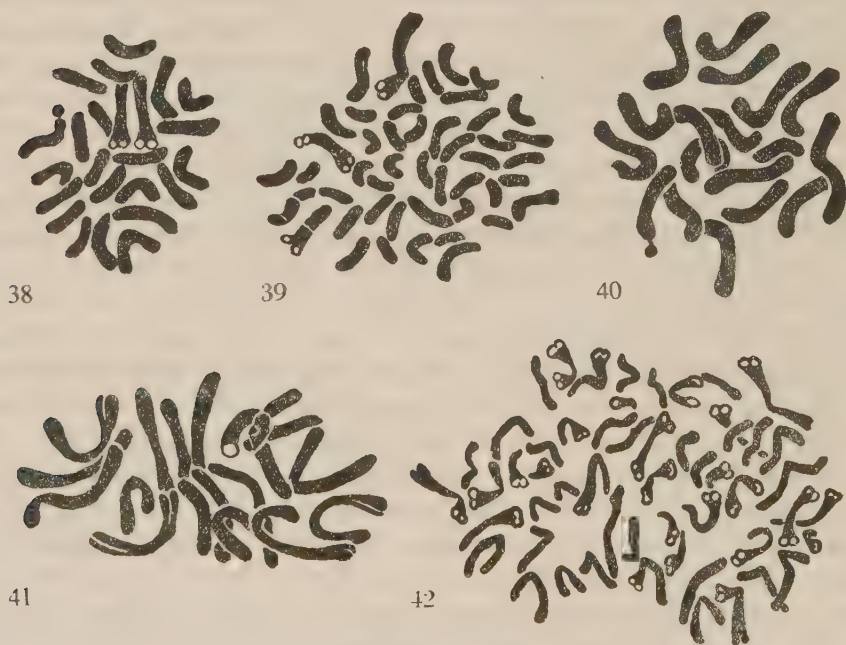


Fig. 38—42. Root-tip metaphases: 38 — *Bidens cernuus* ($2n = 24$). 39 — *Bidens tripartitus* ($2n = 48$). 40 — *Achillea nobilis* ($2n = 18$). 41 — *Chrysanthemum alpinum*, f. *Tatrae* ($2n = 18$). (× 3000). 42 — *Chrysanthemum Zawadzkii* ($2n = 54$). (× 2800)

Specimens collected in Pychowice near Kraków proved to have $2n = 24$, (Fig. 38) in accordance with the results of Levitsky (l.c.). This species is diploid, the basic number of the genus being $x = 12$.

Bidens tripartitus L. ($2n = 48$).

This annual species is very common on moist meadows, borders of ponds and ditches. It occurs over all Poland in the plain and in lower mountain habitats.

The specimens for the present study originated from three habitats: Swoszowice near Kraków — two separate habitats, borders of ditches; Kraków-Płaszów, bank of a pond. Their chromosome number was $2n = 48$, (Fig. 39), thus this species is tetraploid. This result agrees with those of previous studies (Levitsky 1934, 1940; Tarnavski 1943; cit. from Tischler 1950).

Achillea L. ($x = 9$). Studied by R. Czapik.

Achillea nobilis L. ($2n = 18$).

According to Hegi (VI, 2) *Achillea nobilis* L. in Central Europe is a species which belongs to the South-European pontic element with a very wide distribution. In Poland this species is very rare and occurs only on the plateau of Little Poland. The specimens for the present study were collected from a calcareous hill in Brzyszków near Częstochowa (N. Lat. c. $50^{\circ} 50'$), a habitat reported by H. Błaszczuk (1949). All investigated plants had $2n = 18$ (Fig. 40). It should be added that the number of chromosomes of this species was not studied previously.

Chrysanthemum L. ($x = 9$).

Chrysanthemum rotundifolium W.K. (*Leucanthemum rotundifolium* (W.K.) D.C.) $2n = 18$. Studied by H. Weisło.

This species occurs in Poland in scrubs and woods both in the plain and in the mountains where it is found from the higher mountain layer up to the alpine layer. The material for the present study originated exclusively from the Tatra Mts; Western Tatra: Zadnie Kamienne (c. 1300 m o.s.l.); High Tatra: along the path from Valley of Morskie Oko to Czarny Staw (c. 1550 m o.s.l.); Slope of Miedziane — path from the Valley of the Lake Morskie Oko to Szpiglasowa Pass, among *Pinus montana* (c. 1750 m o.s.l.).

The chromosome number of *Ch. rotundifolium* $2n = 18$ agrees with that previously established by Shimotomai (1937) for specimens from the Botanical Garden Berlin-Dahlem.

Chrysanthemum alpinum L. ($2n = 18$). Studied by A. Zielińska

Chrysanthemum alpinum is a common species in the granitic part of the Tatra Mts, where it occurs in the layer of *Pinus montana* and in the alpine layer. According to Vierhapper (1914), this species is represented in the High Tatra by two forms: forma *cuneifolium* Murr. and forma *Tatrae* Vierh. The plants collected for the present study originated from the following habitats: Forma *Tatrae* — slopes of Mt Granaty, alpine layer (c. 1950 m o.s.l.), two colonies; slope of Kasprowy Wierch, layer of *Pinus montana* (c. 1700 m o.s.l.); near the pass Sucha Przełęcz, alpine layer (c. 1900 m o.s.l.). Forma *cuneifolium* — valley Kozia Dolinka, alpine layer (c. 1930 m o.s.l.). All plants were diploid: $2n = 18$ (Fig. 41).

The chromosome number of *Ch. alpinum* was studied hitherto by two authors only: Chiarugi (1927, cited from Tischler 1950) reported the somatic number 18; on the other hand Shimotomai (1937) found 18 haploid chromosomes in the II

meiotic metaphase of plants from Tyrol, thus, the specimens investigated by him were tetraploid. This higher chromosomic type has not been found hitherto in the Tatra Mts.

Chrysanthemum Zawadzkii Herb. ($2n = 54$) Studied by M. Piotrowicz (= *Chrysanthemum Zawadzkii* Herb. var. *pieninicum* Koz-Polj. = *Tanacetum Zawadzkii* (Herb) Pawl.).

This endemic form occurs exclusively on limestone rocks in the central part of the Pieniny Mts. It is common on the two banks of the river Dunajec, both in Poland and in Czechoslovakia.

The plant material studied cytologically was collected in 14 habitats in the Polish part of the Pieniny Mts: along the road between Krościenko and Szczawnica; the gorge Soboczański; slope of Orlica; Biała Skała; Mt Czertezik; Mt Sokolica; Mt Zamkowa Góra; peak of Trzy Korony (982 m o.s.l.).

In all plants studied the number $2n = 54$ has been found (Fig. 42). In view of the fact that the basic number of the genus is 9, this species is hexaploid. This number is different from that previously established by Shimotomai (1937). In the study of meiosis of specimens from the Botanical Garden Berlin-Dahlem this author reported $n = 36$; thus, the plants studied by him were octoploid ($2n = 72$).

As all plants studied in the course of the present work originated from their native habitats in the Pieniny Mts, they could be identified with certainty as true representatives of the species. Therefore it seems probable that the specimens studied by Shimotomai did not represent really *Chrysanthemum Zawadzkii*.

Tanacetum L. ($x = 9$). Studied by M. Piotrowicz.

Tanacetum vulgare L. ($2n = 18$).

Tanacetum vulgare is well distributed in Poland both in the plain and in lower mountain habitats. The specimens for the present study were collected in four habitats. Northern Poland: Prabuty, Masovian Lake district; Central Poland: Izabelin near Warsaw; Southern Poland: Myślenice; Jordanów. The chromosome number $2n = 18$ agrees with that reported by all previous authors (list in Tischler, 1950, and in Darlington and Wylie, 1955).

Artemisia L. ($x = 8,9$). Studied by K. Urbańska

Artemisia vulgaris L. ($2n = 16$)

A very common species in Poland. The plants studied originated from 21 habitats in all the country. Their chromosome number $2n = 16$ (Fig. 43) is in accordance with most previous results (e.g. Wulff 1950). For this species however also the chromosome number $2n = 18$ was reported by Weinedel-Liebau (1928 cit. from Darlington a. Wylie 1955). Within the genus *Artemisia* two basic chromosome numbers: $x = 8,9$ and in addition the secondary number $x = 17$ are known. Thus, the Polish specimens of *A. vulgaris* studied in the course of the present work, are diploid with the basic number 8.

Artemisia austriaca Jacq. ($2n = 16$)

Artemisia austriaca is a rather rare species in the Polish flora known hitherto only from few habitats. The specimens originated from southern Poland: a sandy hill near Szczakowa. This species has not been studied cytologically hitherto. Its chromosome number reported here for the first time is $2n = 16$ (Fig. 44). Thus, this species is diploid with the basic number 8, like the Polish biotypes of *A. vulgaris* studied hitherto.

Artemisia pontica L. ($2n = 18$)

A very rare species in Poland. The material originated from a single habitat near Huta Komorowska (south-eastern Poland). The chromosome number $2n = 18$ (Fig. 49) is in accordance with the results of Weinedel-Liebau (1928, cit. from Darlington a. Wylie 1955) and Pólya (1948, from Tischler 1950). This species has the basic chromosome number 9.

Artemisia absinthium L. ($2n = 18$)

A common species occurring over all Poland. The somatic chromosome number established only from two habitats: Bochnia, east of Krakow and Huta Komorowska, is 18 (Fig. 46); this number is the same, as that found previously by Weinedel-Liebau (1928, cit. from Darlington a. Wylie 1955). In the course of the present work also specimens of *A. absinthium* var. *calcigena* Rehm. were studied. This variety occurs in Poland only in the Pieniny Mts. The specimens have been collected there on an escarpment near the castle of St. Kinga. Their chromosome number is likewise $2n = 18$ (Fig. 48).

Artemisia abrotanum L. ($2n = 18$)

This species has not been studied hitherto. The material originated from one habitat: Huta Komorowska. The chromosome number is $2n = 18$ (Fig. 45). Like *A. absinthium* and *A. pontica*, *A. abrotanum* is a diploid species with the basic number $x = 9$.

Artemisia petrosa Baumg. (*A. Baumgartenii* Bess.) ($2n = 18, 36 (?)$)

This mountain species is rather rare in the Tatra Mts, where it is found almost exclusively in the alpine layer. The material was collected both in the granitic and the limestone part of the Tatra Mts. The list of habitats is given below:

Jatki Bielskie, Belan Tatra (2024 m o.s.l.); E. slope of Krywań, High Tatra (c. 1900 m o.s.l.); E. slope of Gerlach, High Tatra (c. 1950 m o.s.l.); granitic rocks over the path from Pass Rakuska to Valley of Zielony Staw Kieżmarski, High Tatra (c. 1700 m o.s.l.); metamorphic rocks over the lakes Raczkowe Stawki, Western Tatra (c. 2000 m o.s.l.).

No cytological studies on this species have been carried out hitherto. In the course of the present studies the somatic chromosome number $2n = 18$ (Fig. 47) from four habitats was established. In one habitat, however, (E. slope of Krywań) the tetraploid number $2n = 36$ has been found.

According to previous results (Weinedel-Liebau 1928, Erlandsson 1939, cit. from Darlington a. Wylie 1955), some species within the genus *Artemisia*

show a cytological differentiation: they are represented by diploids and tetraploids (e.g. *Artemisia campestris*). Possibly *Artemisia petrosa* has a similar differentiation, however, more detailed studies, which are in progress now, are required.



Fig. 43—49. Root-tip metaphases: *Artemisia* sp. 43 — *A. vulgaris* ($2n = 16$). 44 — *A. austriaca* ($2n = 16$). 45 — *A. abrotanum* ($2n = 18$). 46 — *A. absinthium* ($2n = 18$). 47 — *A. petrosa* ($2n = 18$). 48 — *A. absinthium*, var. *calcigena* ($2n = 18$). 49 — *A. pontica* ($2n = 18$). ($\times 4000$)

Carlina L. ($x = 10$). Studied by R. Czapik.

Carlina onopordifolia Bess. ($2n = 20$).

C. onopordifolia Bess. is a very rare steppe species occurring only in three isolated habitats in south-eastern Poland, where the area of its distribution has the NW limit. The two habitats known long ago (Szafer 1923) are: Mt Stawska Góra near Chelmo on Lublin Plateau and Mt Pińczowska Góra in the distr. of Kielce. A third very abundant habitat has been found recently by prof. B. Pawłowski and A. Jasiewicz on slopes of the hill Wały near Raclawice (vicinity of Miechów) in the association *Inuletum ensifoliae* (Jasiewicz and Pawłowski 1956). The present study was carried out on root tips of germinated seeds collected by Prof. Pawłowski in this habitat.

The number $2n = 20$ (Fig. 50) is reported here for the first time, since hitherto this species has not been studied cytologically. The same number is known also in other representatives of the genus: *C. acaulis* (Poddubnaja-Arnoldi 1931), *C. vulgaris* and *C. acanthifolia* (Arata 1944, cit. from Darlington and Wylie 1955). The latter species is regarded as related to *C. onopordifolia* (Jasiewicz and Pawłowski 1956). Morphologically, the chromosomes of *C. onopordifolia* are similar to those of *C. acaulis* reproduced in the paper of Poddubnaja-Arnoldi (1931, fig. 100).

Silybum Adans. ($x = 17$). Studied by R. Czapik.

Silybum Marianum (L.) Gaertn. ($2n = 34$).

This species is indigenous in the Mediterranean area. In Poland it is introduced and grows as a weed in gardens and in waste places near gardens. The seeds for the present study have been collected from plants growing as weeds on field along the river Miynówka in Krakow. All seedlings had 34 somatic chromosomes (Fig. 51). The same number was established by Larsen (1956) on material from Italy as well as by Haiser and Whitaker (1948) in their studies of California weeds.

Cirsium L. ($x = 17$). Studied by R. Czapik.

Cirsium acaule (L.) Webb. ($2n = 34$).

In addition to the chromosome numbers of 10 species given in a previous paper (Czapik 1958) the chromosome number of *C. acaule* was investigated in the course of the present work. The plants were found on a calcareous slope of a hill in Mstów near Częstochowa (N. Lat. c. $50^{\circ} 50'$). The chromosome number studied only in one specimen was $2n = 34$ (Fig. 54), thus, it was diploid with the basic number $x = 17$, like other European species of *Cirsium* investigated previously. The chromosome number established in the Polish material agrees with the results of Wulff (1937).

Serratula L. ($x = 11$). Studied by R. Czapik.

Serratula tinctoria L. subsp. *eu-tinctoria* Br-B1. ($2n = 22$).

The species is common in Poland in the plain and in lower mountains habitats. The plants grow in meadows, in thickets and in light woods. The chromosome number

has been established on plants from two habitats in southern and central Poland: Kostrze near Krakow (bank of a draining ditch, one ♀ specimen) and Tomaszów Mazowiecki (seedlings of a plant growing on the border of a forest). The number $2n = 22$ is in accordance with that found previously by Wulff (1939) and by Maude (1939). Two chromosomes with trabants could be occasionally discerned in the metaphase plates.

Onopordon L. ($x = 17$). Studied by R. Czapik.

Onopordon acanthium L. ($2n = 34$).

Onopordon acanthium is in Poland a very common ruderal plant occurring on road sides and waste places. The number of chromosomes was established on root-tip mitoses of young seedlings. The seeds were collected in four habitats: in Krakow (N. Lat. c. $50^{\circ} 04'$), Lublin (N. Lat. c. $51^{\circ} 15'$), Ząbinek near Włocławek (N. Lat. c. $52^{\circ} 50'$) and Ciechocinek (N. Lat. $52^{\circ} 53'$). All plants had 34 somatic chromosomes. The chromosome number agrees with that given by Poddubnaja-Arnoldi (1931) and their morphology corresponds to the fig. 27 of her paper.

Centaurea L. ($x = 9, 10$). Studied by R. Czapik.

Centaurea alpestris Heg. et Heer ($2n = 20$).

(= *C. scabiosa* L. ssp. *alpestris* (Hegetschw.) Hayek).

According to Szafer, Kulczyński and Pawłowski (1953) *C. alpestris* grows on limestone in the Pieniny and Tatra Mts where it ascends to the layer of *Pinus montana*. The number of chromosomes was established on root-tip mitoses of young plants cultivated from seeds collected by Dr. Z. Radwańska-Paryska; they originated from the southern slope of Mt Mały Murań (Tatra Mts, ČSR). The chromosomes are large, of the same type as in *Centaurea scabiosa* L. (Czapik 1954) and also the number of chromosomes ($2n = 20$, Fig. 52) is the same as that of this closely related species.

On the other hand in the western Alps tetraploid plants ($2n = 40$) determined as *Centaurea scabiosa* ssp. *alpestris* (Hegetschw.) Hayek have been found by Böcher and Larsen (1955). The chromosome number of *C. alpestris* from the Tatra Mts and the results of Böcher and Larsen point to the possibility of a karyological differentiation within this species.

Centaurea rhenana Bor. ($2n = 18 + 0-2B$).

(= *C. maculosa* Lam. ssp. *rhenana* (Bor.) Gugler).

Centaurea rhenana Bor. is common in the lowland of Poland. It grows on dry slopes, rocks and along road sides. The seeds for the present study were collected from the following localities in southern and central Poland: 1. Krzemionki and 2. Dębники (Krakow, N. Lat. c. $50^{\circ} 04'$), 3. Tyniec near Krakow (N. Lat. c. $50^{\circ} 01'$), 4. Dębica (N. Lat. c. $50^{\circ} 05'$), 5. Tunel (N. Lat. c. $50^{\circ} 25'$), 6. Mstów near Częstochowa (N. Lat. c. $50^{\circ} 50'$), 7. Tomaszów Mazowiecki (N. Lat. c. $51^{\circ} 30'$), 8. Warsaw (N. Lat. c. $52^{\circ} 15'$).

In a previous paper (Czapik 1954) the erroneous basic number $x = 10$ has

been reported for plants of *Centaurea rhenana* from one habitat. More exact studies however showed that the correct number for this species is $x = 9$; in the P.M.C's meiosis of a plant from Dębniaki nine bivalents could be discerned (Fig. 53c). On account of the frequent occurrence of accessory chromosomes in root tips, the diploid number of this species would be $2n = 18 + 0-2B$ (Fig. 53 a, b).

Three other species of *Centaurea* from Asia: *C. macrocephala* Muss., *C. ossica* and *C. ovina* Pall. (Poddubnaja-Arnoldi 1931) as well as *C. cineraria* L.

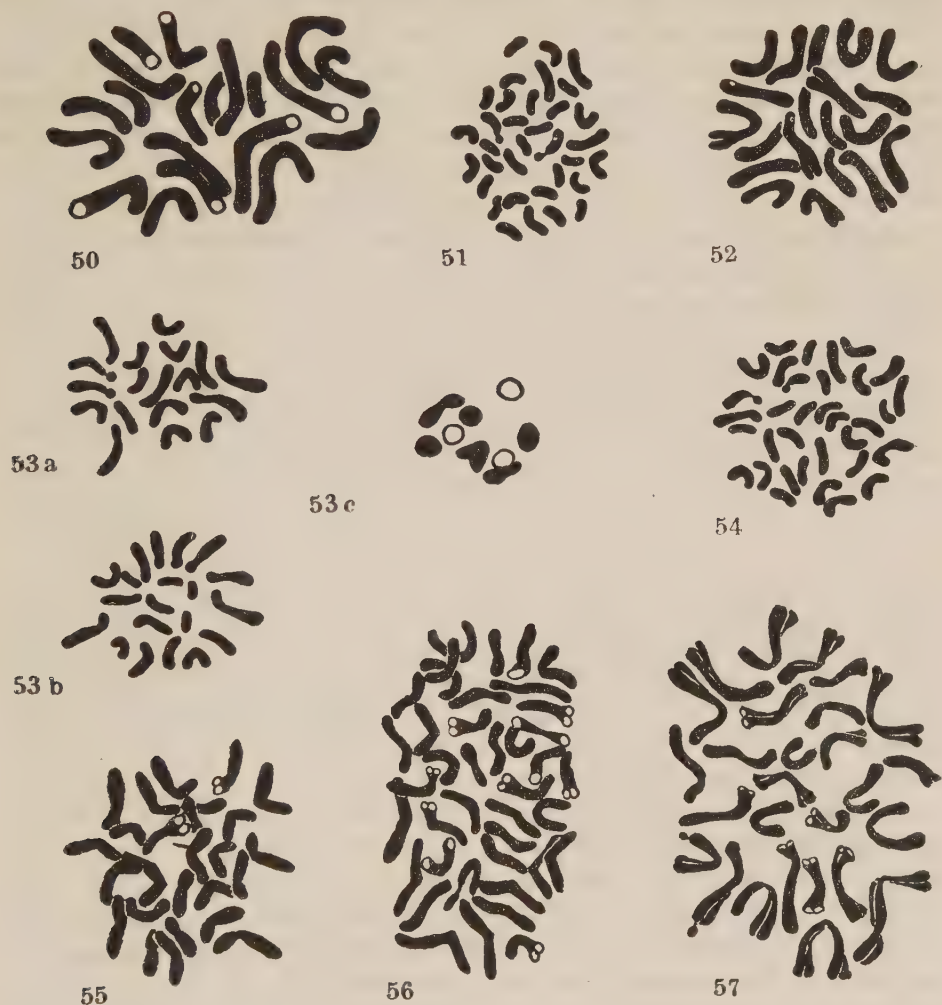


Fig. 50—57. Root-tip metaphases (except 53c): 50 — *Carlina onopordifolia* ($2n = 20$). 51 — *Silybum Marianum* ($2n = 34$). 52 — *Centaurea alpestris* ($2n = 20$). 53 — *Centaurea rhenana* (a — $2n = 18$, b — $2n = 18 + 2B$, c — I Metaphase in a P.M.C., 9 bivalents). 54 — *Cirsium acaule* ($2n = 34$). 55 — *Taraxacum laevigatum* ($2n = 26$). 56 — *Taraxacum palustre* ($2n = 40$). 57 — *Hieracium alpinum* ($2n = 27$). ($\times 3000$)

from Italy (Larsen 1956) have likewise the number $2n = 18$. According to Moore and Frankton (1954, cit. from Darlington and Wylie 1955) *C. maculosa* has the same basic number $x = 9$, these authors however reported the tetraploid chromosome number $2n = 36$. The results obtained in the course of the present work and those of Moore and Frankton are interesting in view of the fact that some taxonomists regard *C. rhenana* as a subspecies of *C. maculosa*. This suggests the occurrence of types with a different degree of ploidy within such a collective species.

Accessory chromosomes were found only in plants from three habitats: Krzemionki Podgórskie, Tyniec and Mstów. They could be detected in all investigated seedlings, however not all metaphase plates within a root had the accessory chromosomes. They were most frequent in plants from Mstów (in 11 young seedlings 27 plates without accessory chromosomes, 15 plates with one and 17 with two accessories were visible). Possibly the accessory chromosomes are being eliminated during mitosis. In longitudinal sections of one root tip in some anaphase and telophase plates a single lagging chromosome could be discerned between the two groups of separating chromosomes.

Leontodon L. Studied by M. Skalińska.

Leontodon pseudotaraxaci Schur (*L. tatricus* (Kot.) Woł.) ($2n = 12$).

This mountain species occurring endemically in the Carpathians has in the Tatra Mts a vertical area of distribution extending from the layer of subalpine forests to the alpine layer. Plants for the present study have been collected on the slopes of Ciemniak, in the massif of Czerwone Wierchy (Western Tatra) at the altitude of c. 2000 m o.s.l. The chromosome number found by us in this species ($2n = 12$) has not been reported previously. The occurrence of various basic numbers within the genus *Leontodon* ($x = 4, 5, 6, 7$) is interesting. The somatic number 12 known previously only in *L. autumnalis*, has been found recently by Favarger (1953) in two oreophytic species: *L. helveticus* and *L. montanus*. The present result adds to this list a further oreophytic species — *Leontodon pseudotaraxaci*.

Taraxacum L. ($x = 8$). Studied by J. Małecka.

Taraxacum laevigatum (Willd.) DC. ($2n = 26$).

Taraxacum palustre (Lyons) Lam. et DC. ($2n = 40$).

Taraxacum laevigatum, a representative of the Section *Erythrocarpa*, is well distributed in Poland in lowland habitats. The plants have been collected in Jastrzębia Góra (Baltic coast, N. Lat. $54^{\circ} 42'$, E. Long. $18^{\circ} 20'$). The specimens studied had $2n = 26$, an aneuploid chromosome number (Fig. 55). The same number has been found previously by Sears (cited from Gustafsson, 1932). On the other hand Gustafsson (l.c.) reported the exactly triploid number ($2n = 24$) for Scandinavian representatives of this species. It should be added that various spontaneous chromosome aberrants have been described already in apomictic *Taraxaca* by Sörensen and Gudjonsson (1946) and by Sörensen (1958).

These aberrants however represent hypotriploids ($2n = 23$), whereas the biotype of *T. laevigatum*, studied in the course of this work, is a hypertriploid.

Taraxacum palustre (section *Borealia*) is rather rare in Poland. It occurs in moist meadows, marshes as well as in peat-bogs in the plain and at lower elevations in the Carpathians. The plants for the present study originated from a marsh in Zabierzów, near Krakow. They were pentaploid, their chromosome number being $2n = 40$ (Fig. 56). This number differs from that previously established by Gustafsson (1935) who found the triploid number ($2n = 24$) in this species. It should be emphasized that in central Europe pentaploid types of *Taraxacum* are rather rare; most species with a higher degree of ploidy have been reported from the north. It is worth while mentioning however that another pentaploid type has been detected recently among the biotypes of *T. alpinum* from the High Tatra (Małecka 1958).

Crepis L. Studied by M. Skalińska

Crepis Jacquinii Tausch. ($2n = 12$).

This mountain species occurs in Poland only in the Tatra Mts on calcareous rocks. Its vertical distribution extends from the higher mountain layer to the alpine layer. The plants studied originated from three habitats in the Western Tatra: Slope of Mt Nosal, below the peak (c. 1200 m o.s.l.); slopes over the path from valley Jaworzynka to the pass Między Kopami, in calcareous scree (c. 1300 m o.s.l.); higher parts of Gorge Kraków, on steep cliffs (c. 1400 m o.s.l.). All plants had $2n = 12$, in accordance with the results of Babcock (1947), summarized in his monograph on the genus *Crepis*.

Hieracium L. ($x = 9$). Studied by M. Skalińska.

Hieracium alpinum L. ($2n = 27$).

Hieracium villosum L. ($2n = 36$).

Hieracium alpinum is a mountain species occurring in Poland in the Western Carpathians (Babia Góra) and in the Tatra Mts, only on higher altitudes up to the alpine layer. The plants for the present study originated exclusively from the High Tatra. They were collected in the following habitats: Layer of *Pinus montana*, a grassy slope over the border of lake Czarny Staw Gąsienicowy, (c. 1600 m o.s.l.); path from the valley of Stawy Gąsienicowe to pass Świnicka (c. 1750 m o.s.l.); alpine layer, near the peak of Mt Beskid (c. 1900 m o.s.l.); all plants were triploid ($2n = 27$) (Fig. 57) in accordance with the number first established by Rosenberg (1927) on meiosis in P.M.C's, and later on confirmed by Böcher and Larsen (1950) on root-tip mitoses of plants from West and East Greenland.

Hieracium villosum is likewise a mountain species, it occurs however only in the limestone part of the Tatra Mts where it grows at lower altitudes. The plants of this species were collected on calcareous rocks on a slope over the valley Jaworzynka and somewhat higher in low grass among stones (c. 1200 m o.s.l.). The chromosome number $2n = 36$ is the same as that first established by Christoff and Popoff (1933), and recently found also by Larsen (1954) in specimens from Switzerland.

SUMMARY

The present paper gives the results of our further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. In the course of this work dealing exclusively with Dicotyledons, 96 species belonging to 25 families have been investigated on plants collected in their native habitats. The following species have not been studied previously:

- Betula oycoviensis* ($2n = 28$)
- Betula carpatica* ($2n = 56$)
- Delphinium elatum*, ssp. *intermedium* ($2n = 32$)
- Arabis pieninica* ($2n = 16$)
- Viola alpina* ($2n = 22$)
- Polygala amara* ssp. *brachyptera* ($2n = 28$)
- Campanula alpina* ($2n = 34$)
- Inula salicina* ($2n = 16$)
- Achillea nobilis* ($2n = 18$)
- Artemisia austriaca* ($2n = 16$)
- Artemisia absinthium*, var. *calcigena* ($2n = 18$)
- Artemisia abrotanum* ($2n = 18$)
- Artemisia petrosa* ($2n = 18, 36?$)
- Carlina onopordifolia* ($2n = 20$)
- Centaurea rhenana* ($2n = 18 + 0-2B$)
- Leontodon pseudotaraxaci* ($2n = 12$).

In addition, chromosome numbers which are different from those previously known, have been found in the following species:

- Asarum europaeum* ($2n = 26$)
- Trapa natans* ($2n = c. 48$)
- Galium boreale* ($2n = 66$)
- Galium aparine* ($2n = 42$)
- Chrysanthemum Zawadzkii* ($2n = 54$)
- Centaurea alpestris* ($2n = 20$)
- Taraxacum laevigatum* ($2n = 26$)
- Taraxacum palustre* ($2n = 40$)
- Impatiens nolitangere* ($2n = 40$, in addition to $2n = 20$).

The remaining numbers corroborate the results of previous investigations done on plants from other geographic areas.

The authors express their sincere gratitude to all persons who have kindly contributed plant specimens for the present study.

Our research work was partially supported by grants of the Polish Academy of Sciences.

Institute of Plant Anatomy and Cytology
University of Krakow

REFERENCES

- Babcock E. B., 1947, The genus *Crepis*, Univ. of California publ. in Botany 21, 22.
- Bernström P., 1946, Chromosome numbers in *Anemone nemorosa* and *A. ranunculoides*, Hereditas 32: 514—520.

- Błaszczak H., 1949, Recherches floristiques dans le district de Częstochowa, Docum. Physiogr. Poloniae 19: 1—7.
- Böcher T. W., 1932, Beiträge zu Zytologie der Gattung *Anemone*, Bot. Tidsskr. 42: 183—206.
- Böcher T. W., 1938, Cytological studies in the genus *Ranunculus*, Dansk. Bot. Ark. 9 (4): 1—33.
- Böcher T. and Larsen K., 1950, Chromosome numbers of some Arctic and Boreal Flowering Plants, Med. Grön. ud. ap. Kom. F. Vidensk. Underg. Grönl. 147: 1—32.
- Böcher T. W. and Larsen K., 1955, Chromosome studies on some European Flowering Plants, Bot. Tidsskr. 52: 125—132.
- Böcher T. W., Larsen K. and Rahn K., 1955, Experimental and cytological studies on Plant Species, Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk. 8: 1—31.
- Bruun H. G., 1932, Cytological studies in *Primula* with special reference to the relation between the karyology, taxonomy of the genus, Symb. Botan. Upsalienses 1: 1—239.
- Buxton B. H., and S. Dark., 1934, Hybrids of *Digitalis dubia* and *Digitalis Mertonensis* with various other species, Journ. of Gen. 29: 109—122.
- Buxton B. H. and Newton W., 1928, Hybrids of *Digitalis ambigua* and *D. purpurea*, their fertility and cytology, Journ. of Gen. 19: 269.
- Christoff a. Popoff, 1933, Cytologische Studien über die Gattung *Hieracium*, Planta 20: 440—447.
- Clausen J., 1927, Chromosome number and the relationship of species in the genus *Viola*, Ann. of Bot. 41: 677—712.
- Czapik R., 1954, Cytological and embryological studies in *Centaurea scabiosa* L., Acta Soc. Bot. Pol. 23 (1): 175—194.
- Czapik R., 1958, Karyological studies in species of *Cirsium* Mill. em. Scop. occurring in Poland Acta Soc. Bot. Pol. 27, (3): 483—489.
- Darlington C. D. and Wylie A. P., 1955, Chromosome Atlas of Flowering Plants, London.
- Doulat E., 1947, Recherches cariologiques sur quelques *Pinguicula* C. R. Acad. Sc. Paris: 225 (cited from Jörgensen, Sörensen, Westergaard 1958).
- Ehrenberg L., 1945, Kromosomtalen hos några kärlväxter, Bot. Not. 430—437.
- Ehrendorfer F., 1949, Zur Phylogenie der Gattung *Galium* I. Polyploidie und geographisch-ökologische Einheiten in der Gruppe des *Galium pumilum* Murr., Öst. Bot. Zeit. 96: 109—138.
- Ehrendorfer F., 1955, Zur Phylogenie der Gattung *Galium* IV. Hybridogene Merkmals-Introgression zwischen *Galium rubrum* L.s. str. und *G. pumilum* Murr. s. str., Öst. Bot. Zeit. 102: 195—234.
- Ehrendorfer F., 1956, Struktur, Verbreitung und Geschichte der Sippen von *Lepto-Galium* in Bayern, Ber. Bayer. Bot. Ges. 31: 5—12.
- Ehrendorfer F. 1958. Die geographische und ökologische Entfaltung des Europäisch-Alpinen Polyploidkomplexes *Galium anisophyllum* Vill. seit Beginn des Quartärs. Systematics of to-day. Linnaeus Symp. Uppsala Universitets Arsskrift. 6, 176—181.
- Fagerlind F., 1934, Beiträge zur Kenntnis der Zytologie der Rubiaceen, Hereditas 19: 223—232.
- Fagerlind F., 1937, Embryologische, zytologische und bestäubungs-experimentelle Studien in der Familie *Rubiaceae* nebst Bemerkungen über einige Polyploiditätsprobleme, Acta Horti Bergiani 11: 195—470.
- Favarger C., 1949, Contribution a l'étude caryologique et biologique des Gentianacées, Bull. de la Soc. botan. suisse 59: 62—86.
- Favarger C., 1952, Contribution a l'étude caryologique et biologique des Gentianacées II, Bull. de la Soc. botan. suisse 62: 244—257.
- Favarger C., 1953, Notes de Caryologie Alpine II, Bull. de la Soc. Neuchatel des Sc. 76: 133—169.
- Favarger C., 1954, Sur le pourcentage des polyploides dans la flore de l'étage nival des Alpes suisses, 8^{me} Congrès Int. de Botanique, Paris 1954, 51—55.

- Flovik K., 1940, Chromosome numbers and polyploidy within the Flora of Spitzbergen, *Hereditas* 26: 430—440.
- Gardé A. a. Malheiros-Gardé N., 1949, Contribuicao para o estudo cariológico da Familia *Umbelliferae* I, *Agronomia Lusitana* 9 II: 91—140.
- Gershoy A., 1928, Studies on North American Violets. 1. General Considerations, Vermont Agricult. Experiment. Station, Burlington, Vermont Bull. 279: 3—18.
- Gregory W. C., 1941, Phylogenetic and cytological studies in the *Ranunculaceae*, *Trans. Amer. Phil. Soc. New. Ser.* 31: 443—520.
- Guinochet M., 1934, Contribution a l'étude génétique et cytologique du genre *Anemone*, *Rev. de Cytol. et de Cytophysiol. vég.* 1: 131—148.
- Gustafsson A., 1932, Zytologische und experimentelle Studien in der Gattung *Taraxacum*, *Hereditas* 16: 41—62.
- Gustafsson A., 1935, Studies on the mechanism of parthenogenesis, *Hereditas* 31: 1—111.
- Gustafsson A., 1946—7, Apomixis in higher plants, *Lunds Univ. Årsskr. N.F.* 43
- Hegi G., *Illustrierte Flora von Mittel Europa*. München.
- Heiser Ch. B. Jr. and Whitaker Th. W., 1948, Chromosome number, polyploidy and growth habit in California weeds, *Amer. Jour. Bot.* 35: 178—186.
- Heitz E., 1926, Der Nachweis der Chromosomen. Vergleichende Studien über ihre Zahl, Grösse und Form im Pflanzenreich I, *Zeitsch. f. Bot.* 18: 625—681.
- Heitz E., 1927, Über multiple und aberrante Chromosomenzahlen, *Abhandl. des Naturwissensch. Vereins zu Hamburg* 21, (3—4): 47—57.
- Holmen K., 1952, Cytological studies in the Flora of Peary Land, North Greenland. *Medd. om Grönl.* 128 (5): 1—40.
- Homeyer H., 1933, Zur Zytologie der Rubiaceen, *Planta* 18: 640.
- Homeyer H., 1936, Beiträge zur Kenntnis der Zytologie und Systematik der Rubiaceen, *Bot. Jahrb.* 67: 237—263.
- Jalas J., 1950, Zur Kausalanalyse der Verbreitung einiger nordischen Os- und Sandpflanzen, *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. „Vanamo”* 24 (1): 1—362.
- Jasiewicz A. and Pawłowski B., 1956, Nowe stanowisko *Carlina onopordifolia* Bess. w Polsce, *De Carlinae onopordifoliae* Bess. loco natali novo in Polonia reperto, *Fragm. Flor. et Geobotanica. Ann.* II, (2): 12—19.
- Jørgensen C. A., Sørensen Th., Westergaard M., 1958, The flowering plants of Greenland, *Biol. Skr. Dan. Viol. Selsk.* 9, No 4.
- Khoshoo T. N., 1957, Cytology of some *Impatiens species*, *Caryologia* 10 (1): 55—74.
- Kotula B., 1890, Rozmieszczenie roślin naczyniowych w Tatrach. Kraków.
- Kozłowska A., 1931, The Genetic Elements and the Origin of the Steppe Flora in Poland, *Mém. de l'Acad. Pol. des Sc. et des Lett. Sér. B*: 1—110.
- Kuhn E., 1928, Zur Zytologie von *Thalictrum*, *Jahrb. für wiss. Bot.* 68: 382—430.
- Kuhn E., 1930, Über Kreuzungen des getrenntgeschlechtigen *Thalictrum Fendleri* mit gemischtgeschlechtigen Arten der gleichen Gattung, *Biolog. Zentr.* 79—102.
- Kulczyński S., 1924, Das boreale und arktisch-alpine Element in der mitteleuropäischen Flora, *Bull. Acad. Pol. Sc. et Lettres, Classe math.-nat., Ser. B* (1923): 127—214.
- Kulczyński St., Paczowski J., Pawłowski B., 1927, *Flora Polska*, 3.
- Langlet O., 1927, Beiträge zur Zytologie der Ranunculazeen, *Svensk Bot. Tidskr.* 21: 1—17.
- Langlet O., 1932, Über Chromosomenverhältnisse und Systematik der *Ranunculaceae*, *Svensk Bot. Tidskr.* 26: 381—400.
- Larsen K., 1954, Chromosome numbers of some European Flowering Plants, *Bot. Tidsskr.* 50: 163—174.
- Larsen K., 1956, Chromosome studies in some Mediterranean and South European Flowering Plants, *Bot. Nat.* 109: 293—307.

- Larter L. N. H., 1932, Chromosome variation and behaviour in *Ranunculus* L., Journ. of Gen. 26: 255—283.
- Levitsky G. A., 1931, The „karyotype” in systematics, Bull. Appl. Bot. 27: 187—218.
- Löve A., 1944, A new triploid *Betula verrucosa*, Svensk Bot. Tidskr. 38: 381—393.
- Löve A., 1954a, Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa, Vegetatio, Acta geobotanica 5—6: 212—224.
- Löve A., 1954b, Cytotaxonomical remarks on some American species of circumpolar taxa, Svensk. Bot. Tidskr. 48: 211—232.
- Löve A., 1955, Some innovations and nomenclatural suggestions in the Icelandic flora, Bot. Not.: 24—60.
- Löve A., Löve, D. 1948, Chromosome numbers of northern plant species, Reykjavik.
- Löve A. and Löve D., 1954, Cytotaxonomical studies on the northern Bedstraw, The American Midland Naturalist. 52: 88—105.
- Löve A., Löve, D. 1956, Cytotaxonomical Conspectus of the Icelandic Flora, Acta Hort. Goto-burg. 20: 65—290.
- Małacka J., 1958, Chromosome numbers of some *Taraxacum*-species in Poland, Acta Biol. Crac. 1: 55—56.
- Marks. G. E., 1956, Chromosome numbers in the genus *Oxalis*. New Phytol. 55: 120—129.
- Maude P. F., 1939, The Merton Catalogue. A list of the Chromosome Numerals of species of British Flowering Plants, New. Phytol. 38: 1—31.
- Michaelis P., 1931, Zur Kenntnis einiger *Digitalis* Bastarde, Biol. Zentralbl., 51: 124—134.
- Moffett A., 1932, Chromosome studies in *Anemone* L., Cytologia 4: 26—37.
- Nakajima G., 1933, Chromosome numbers in some Angiosperms, Japan. Journ. of Genet. 9: 1—5.
- Nakajima G., 1936, Chromosome numbers in some crops and wild Angiosperms, Jap. J. Genet. 12: 211—218.
- Okabe S., 1937, Triploidie in *Saxifraga stolonifera* Meerb. und *Inula britannica* subsp. *japonica* Kitam., Cytologia, F.J.V.I: 527—534.
- Pawłowski B., 1956, Flora Tatr, T. 1, Warszawa.
- Pawłowski B., 1958, De *Polygalis* polonicis annotationes criticae. Fragn. Flor. et Geobot. 3: 35—68.
- Palmgren O., 1943, Chromosomal number in angiospermous plants, Bot. Not.: 348—352.
- Piotrowicz M., 1958, Karyological studies in some species of the genus *Galium* L., Acta Biol. Cracoviensia 1. 159—169
- Poddubnaja-Arnoldi W., 1931, Ein Versuch der Anwendung der embryologischen Methode bei der Lösung einiger systematischen Fragen. Beih. Bot. Zbl. 48: 141—237.
- Poucqes M. L., 1949, Recherches caryologiques sur les *Rubiales*, Rev. Gén. Bot. 56: 5—28, 49—138, 172—184.
- Reese G., 1952, Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropäischer Gefäßpflanzen I, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 64: 241—256.
- Reese G., 1953, Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropäischer Gefäßpflanzen II, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 66: 65—73.
- Reese G., 1954, Euploidie, Aneuploidie und B-Chromosomen bei *Caltha palustris* L., Planta, 44: 203—268.
- Rork C., 1949, Cytological studies in the *Gentianaceae*, Amer. Journ. of Bot. 36: 687—701.
- Rosenberg O., 1927, Die semiheterotypische Teilung und ihre Bedeutung für die Entstehung verdoppelter Chromosomenzahlen. Hereditas 8: 305—338.
- Sakai K., 1935, Studies on Chromosome Numbers in Alpine plants II, Jap. Journ. of Genet. 11: 68—73.

- Scheerer H., 1940, Chromosomenzahlen aus der schleswig-holsteinischen Flora, *Planta* 30: 716—725.
- Schulz-Gaebel H. H., 1930, Entwicklungsgeschichtlich-zytologische Studien an der Umbelliferae-Unterfamilie der Apioideen, *Beitr. zur Biol. der Pflanzen* 28, 345—398.
- Schürhoff P. N., 1926, *Die Zytologie der Blütenpflanzen*, Stuttgart.
- Shimotomai N., 1937, Chromosomenzahlen bei einiger Arten von *Chrysanthemum*, *Zeitsch. f. Ind. Abst. u. Vererb.* 74: 30—33.
- Skalińska M., 1950, Studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms, *Acta Soc. Bot. Pol.* 20: 45—68.
- Skalińska M., 1951, Studies in cyto-ecology, geographic distribution and evolution of *Valeriana* L., *Bull. de l'Acad. Polon. des Sciences et des Lettres Ser. B.* 1950: 149—175.
- Soó R., 1947, Chromosome number analysis of the Carpatho-Pannonian flora with remarks concerning ecological significance of polyploid, *Act. Geob. Hung.* 6: 104—113.
- Sörensen Th., 1958, Sexual chromosome-aberrants in triploid apomictic *Taraxaca*, *Bot. Tidsskr.* 54: 1—22.
- Sörensen Th. and Gudjónsson G., 1946, Spontaneous chromosome-aberrants in apomictic *Taraxaca*, *Kgl. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. s. 4* (cited from Sörensen, 1958).
- Staudt G., 1952, Cytogenetische Untersuchungen an *Fragaria orientalis* Los. und ihre Bedeutung für Artbildung und Geschlechtsdifferenzierung in der Gattung *Fragaria* L., *Zeitsch. f. indukt. Abst. a. Vererb.* 84: 361—416.
- Strey M., 1931, Karyologische Studien an *Borraginoideae*, *Planta.* 14: 682—730.
- Szafer W., 1923, Zapiski florystyczne, *Acta Soc. Bot. Pol.* 1 (1): 53—59.
- Szafer W., 1949, Zarys ogólnej geografii roślin, Uppsala (Czytelnik, Warszawa).
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1953, *Rośliny polskie*, Warszawa.
- Tanaka N., 1935, Cytological Studies in *Asaraceae*, *Bot. Mag., Tokyo* 49: 709—716.
- Täckholm G. a. Söderberg E., 1918, Neue Beispiele der simultanen und sukzessiven Wandbildung in den Pollenmutterzellen, *Svensk. Bot. Tidskr.* 12: 189—201.
- Tischler G., 1950, *Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas.* s'Gravenhage, W. Junk.
- Tschechow Wl. u. Kartaschowa N., 1932, Karyologisch-systematische Untersuchung der Tribus *Loteae* und *Phaseoleae* Unterfam. *Papilionatae*, *Cytologia* 3: 221—249.
- Turesson G. 1938, Chromosome Stability in Linnean Species. *Ann. Agr. Coll. of Sweden.* 5, 405—416.
- Vaarama A., 1949, Some chromosome numbers in the genera *Angelica*, *Ocimum*, *Satureja*, *Thymus* and *Cnicus*, *Arch. Soc. Zool. Bot. Fennica*, „Vanamo” 2 (1947): 55—59.
- Vierhapper F., 1914, *Chrysanthemum alpinum* forma *Tatrae*, *Ungar. Botan. Blätter* 13: 17—35.
- Wanscher J. H., 1931, Studies on the Chromosome Numbers of the *Umbelliferae*, *Hereditas* 15: 179—184.
- Wanscher J. H., 1933, Studies on the chromosome numbers of the *Umbelliferae* III, *Bot. Tidskr.* 42: 384—399.
- Warburg E. F., 1938, Taxonomy and relationship in the Geraniales in the light of their cytology, *New Phytol.* 37: 130—159, 189—209.
- Winge Ö., 1917, The chromosomes, their numbers and general importance, *Compt. rend. des trav. du Lab. d. Carlsberg.* 13: 131—279.
- Winge O., 1925, Contributions to the knowledge of chromosome numbers in Plants, *La Cellule* 35: 305—324.
- Woycicki Z., 1937, L'aspect et nombre des chromosomes méiotiques chez *Sweetia perennis*, *Cytologia F.J.V.II*, 1094—1100.

- Wulff H. D., 1934, Untersuchungen an Pollenkörnern und Pollenschläuchen von *Impatiens parviflora*, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesell. 52: 43—47.
- Wulff H. D., 1937, Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermen-Flora, I. Ber. d. D. Botan. Gesell. 55: 262—269.
- Wulff H. D., 1938, Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermen-Flora, II, Ber. d. D. Botan. Gesell. 56: 247—254.
- Wulff H. D., 1939, Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermen-Flora, III, Ber. d. D. Botan. Gesell. 57: 84—91.
- Wulff H. D., 1950, Chromosomenstudien an der schleswig-holsteinischen Angiospermen-Flora, V, Ber. d. D. Botan. Gesell. 63: 64—70.
- Zabłocki J., 1947, *Violaceae*, Flora Polska 6.
- Zurzycki J., 1954, Studies in *Pinguicula* species occurring in Poland. Fragm. Flor. et Geobot. 1: 16—31.

Anthocyanin synthesis in isolated embryos of red cabbage and radish

A. SZWEYKOWSKA, M. GIERCZAK and R. ŁUSZCZAK

The *in vitro* culture of isolated plant tissues, organs and embryos has proved to be a valuable method in studying many problems of plant physiology, especially of plant metabolism. Among others the method has proved suitable in studying the physiology of anthocyanin pigment formation. In some previous papers we used the isolated grape tissue (Szweykowska 1952 and 1955). The present paper gives our results of investigating the influence of some more important constituents of the medium on anthocyanin synthesis in isolated embryos. The method of embryo culture has the advantage of omitting the transplantation procedure and having a fresh experimental material at any time.

MATERIAL AND METHODS

Embryos of red cabbage var. Kisendrapp and of radish var. Saxa were used in the experiments. The seeds were sterilized by 10 min. immersion in 2% HgCl_2 and after repeated washing soaked in distilled water for 18 hrs. Then the seed coat and cotyledons were removed and the embryos (three per tube) placed on the surface of an agar medium. The basal medium was a Knop solution (2 × diluted) with sugar and agar added. This medium was modified variously in the experiments. The cultures of red cabbage were grown during 7 days in a thermostat at 25°C in the dark. In the radish seedlings light is necessary for the formation of pigment and therefore, after 3 day incubation in the dark, they were transferred into the light of white fluorescent tubes at an intensity of 2.100 lux and temp. 23°C. In each experimental series 72 embryos growing in 24 tubes were used. About 50 of them were used in analyzes. The roots were cut off, the hypocotyls weighed and then ground in a 10% solution of HCl in methanol. The red anthocyanin solution was centrifuged and, in the case of light growing radish embryos which had become slightly green, shaken with petroleum ether to remove chloroplast pigments. The clear extract was measured in Pulfrich apparatus with S 53 filter (transmittance max. 5.300 Å). The standard curve for red cabbage pigment was obtained by using rubrobrassicin prepared by the method of Chmielewska (1938). Our efforts of preparing the anthocyanin pigment from radish root (an acylated derivative of

pelargonidin-3-diglucosido-5-monoglucosid, Harborne and Sherrat 1957) were unsuccessful. The amount of this pigment was expressed in pigment units. A solution containing 100 units/ml gave a light transmission = 80%.

RESULTS

The effect of sucrose. 40% sucrose was optimal for the growth of both cabbage and radish embryos. Above this concentration the fresh weight of seedlings gradually diminishes (fig. 1). On the contrary, anthocyanin synthesis increases begin-

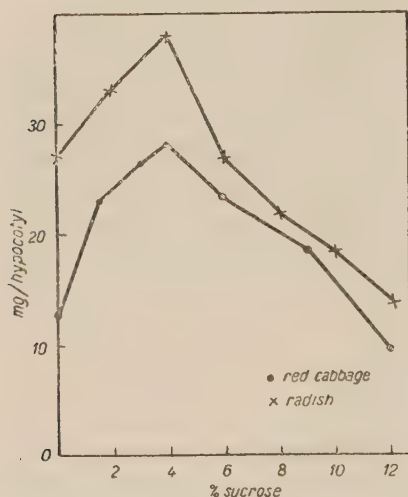


Fig. 1. Effect of sucrose on the growth of hypocotyls

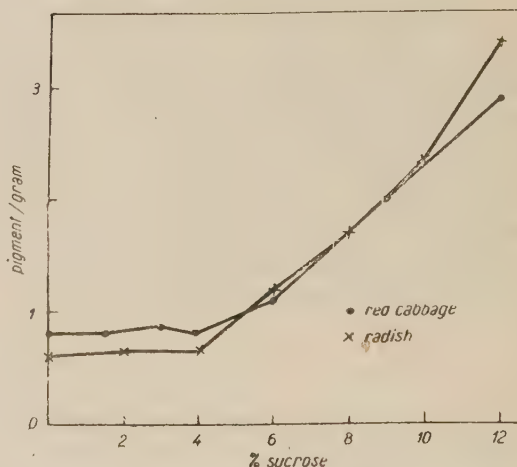


Fig. 2. Effect of sucrose on the pigment concentration in seedlings

ning with a 40% concentration of sucrose in the medium (fig. 2). The fresh weight decrease of a plant tissue cultivated on higher sugar concentrations is caused to a great extent by its diminished water content (Szweykowska 1952). However, the cell sap concentration is not the only reason of higher anthocyanin content in the tissue. This is shown by an increasing pigment production when calculated as pigment amount per seedling (fig. 3).

The effect of various sugars. The effects of glucose, fructose, mannose, sorbose, galactose, xylose, arabinose, sucrose, maltose, lactose and raffinose on embryos of red cabbage were investigated. The concentration in the medium varied from 0,044 to 0,350 M. In the case of sucrose it corresponds to 1,5—12% (w/vol.). Arabinose, xylose, galactose and sorbose had a harmful effect on embryo development. When feeding with these sugars the embryos died after 3 days of cultivation. The influence of other sugars tested on growth and anthocyanin synthesis in hypocotyls of red cabbage is shown in table 1.

Sucrose had the best effect on the growth of embryos. The embryos grew well also on glucose, maltose and lactose. Fructose at higher concentrations had a harmful effect on the development of embryos and caused their death. The growth of embryos on raffinose was rather feeble. The feeding with mannose caused a decrease of the fresh weight beginning with lowest concentrations used, but the sugar is not toxic and even in higher concentrations the embryos remained alive.

With reference to anthocyanin synthesis fructose had a distinctly decreasing effect on this process. It may be stated, that together with the above pointed unfavourable effect of fructose on growth it is toxic for cabbage seedlings. Of the remain-

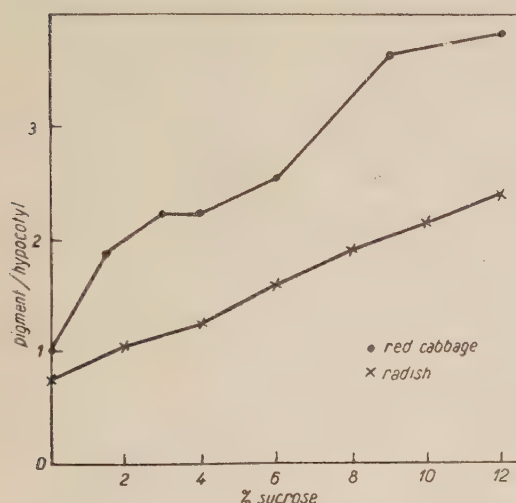


Fig. 3. Effect of sucrose on pigment formation calculated „per seedling”

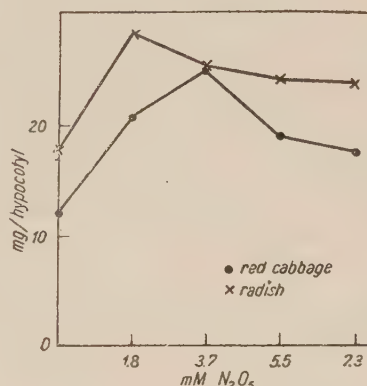


Fig. 4. Effect of nitrogen feeding on the growth of hypocotyls, in a medium with 40% sucrose

ing sugars mannose and raffinose were most effective in promoting anthocyanin formation. Maltose, glucose and lactose promoted pigment production only when used in higher concentrations. The effect of sucrose was similar but the increase of anthocyanin production was here relatively low.

All facts presented above indicate some contrast between growth (expressed in fresh weight) and anthocyanin formation. The sugars which had the best effect on growth promoted pigment production to a relatively lower extent than those whose effect on growth was more feeble (sucrose on the one side and mannose and raffinose on the other; the effect of glucose, mannose and lactose on growth and pigment formation was intermediate between that of the sugars cited above).

Effect of nitrogen and phosphor. Nitrogen was added to the medium in form of nitrates. In media lacking nitrogen the NO_3^- anion was replaced by a Cl^- anion. Extra nitrogen was given in form of $NaNO_3$.

Table 1

The influence of various sugars on fresh weight and anthocyanin content in red cabbage hypocotyls

Concentration M ‰		Sugar	Fresh weight mg/seedling	Anthocyanin mg/g fresh wt.
0,000	0,0	—	13	0,8
0,044	2,2	raffinose	16	1,1
0,088	1,6	glucose	24	1,0
		fructose	23	0,7
		mannose	9	1,4
		sucrose	29	1,1
0,175	3,0	maltose	19	1,0
		lactose	23	1,0
		raffinose	17	1,0
		glucose	22	1,0
	3,2	fructose	19	0,8
		mannose	7	2,0
		sucrose	26	1,0
		maltose	21	1,0
		lactose	16	1,0
	8,8	raffinose	13	1,5
0,350	6,3	glucose	8	3,9
		fructose	died	—
		mannose	4	4,1
		sucrose	15	2,8
	12,0	maltose	7	4,5
		lactose	4	3,7

Table 2

Effect of nitrogen feeding on growth and anthocyanin concentration in seedlings of red cabbage, in a sugar-less medium

N ₂ O ₅ mM/l	Fresh wt. mg/seedling	Anthocyanin mg/g fresh wt.
0,0	11,0	1,0
1,8	12,4	0,8
3,7	12,3	1,0
5,5	13,2	0,9
7,3	13,2	0,9

In the absence of sugar nitrates had no effect on pigment formation nor on the fresh weight of seedlings (table no. 2). In other experiments 4 and 8‰ sucrose media were used. The effect of nitrogen feeding on the fresh weight of hypocotyls is shown in fig. 4. In the absence of nitrogen an increased anthocyanin formation occurred.

but beginning with the lowest concentration used (which was that of optimal for growth) its increased amount had a very slight effect on pigment production (fig. 5).

The influence of phosphorus feeding (KH_2PO_4 and NaH_2PO_4) was investigated only for red cabbage embryos. The effect of phosphates on growth as well as on

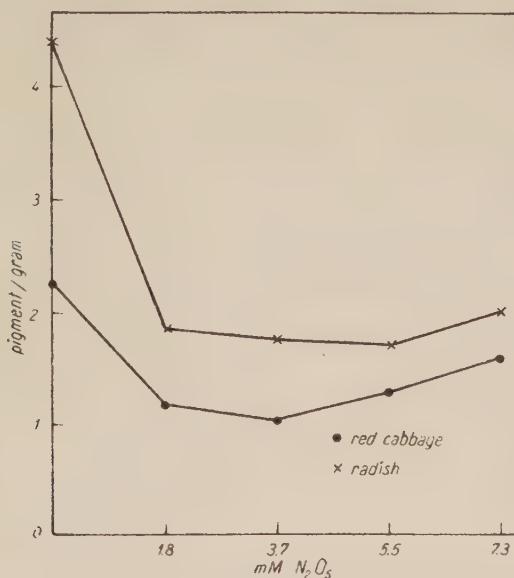


Fig. 5. Effect of nitrogen feeding on pigment concentration in seedlings, in a medium with 4% sucrose

Table 3

Effect of phosphorus feeding on growth and anthocyanin production in seedlings of red cabbage, in a medium with 4% sucrose

P_2O_5 mM/l	Fresh wt. mg/seedling	Anthocyanin mg/g fresh wt.
0,0	20	1,2
2,3	22	0,9
4,6	20	0,9
5,7	20	1,0
6,9	23	0,8
8,1	23	0,8
9,2	22	0,9

anthocyanin synthesis is but insignificant. The lack of phosphorus causes a feeble increase of the amount of pigment (table 3).

DISCUSSION

An anthocyanin synthesis in hypocotyls of seedlings which had been deprived of cotyledons shows that the hypocotyls themselves possess the ability of synthesizing the pigment and thus no precursor from cotyledons is needed.

The distinct effect of sugar on this process has been established in some former as well as in many recent investigations (Overton 1899, Thimann and Edmondson 1949, Eddy and Mapson 1951, Szweykowska 1952). Our experiments with plant embryos are only a further illustration of this fact. But some facts characteristic for conditions of *in vitro* cultures (Szweykowska 1952) must be emphasized. Sugar promotes anthocyanin synthesis only when used in concentrations above those optimal for growth (fig. 1—2). With reference to the influence of various sugars each of them (excepting fructose) stimulates pigment synthesis the more the greater the decrease of growth in the hypocotyl.

The results obtained differ from those of Eddy and Mapson (1951) in that sorbose, galactose, xylose and arabinose do not increase the pigment content of the seedlings and are toxic for them. Obviously these sugars are not able to enter into the normal pathway of embryo metabolism and cause metabolic disturbances leading soon to the death of the embryos.

The negative effect of nitrogen on anthocyanin formation in plants has been observed by several authors (Czartkowski 1914, Reinhold and Kochs 1935, Gassner and Straib 1937, Eddy and Mapson 1951). Paech (1956) stated a similar fact in respect to carotenoids, i.e. an increased nitrogen supply caused a decrease in the amount of carotenoids in etiolated wheat seedlings. Paech's interpretation is that a competition for sugars exists between the protein and carotenoid metabolisms. This interpretation is supported by the fact that nitrogen feeding has no effect on the pigment amount in seedlings that are grown on sugarless media. This influence is therefore undoubtedly connected in some way with carbohydrate metabolism.

SUMMARY

1. The influence of sugar and nitrogen feeding on growth and anthocyanin synthesis in isolated embryos of red cabbage and radish was investigated. Moreover, using red cabbage embryos also the influence of 11 various sugars and of the feeding with phosphorus was investigated.

2. Arabinose, xylose, galactose and sorbose have a harmful effect on embryo development and cause their death after a few days of incubation. Fructose acts similarly in higher concentrations. In higher concentrations the remaining sugars (glucose, mannose, sucrose, maltose, lactose and raffinose) promote the more anthocyanin formation the more they inhibit growth expressed as fresh weight per seedling, in the following order: mannose, raffinose, maltose, glucose, lactose, sucrose.

3. The promoting effect of sugar feeding on pigment production occurs only in concentrations of sugar higher than that optimal for growth. Above this con-

centration the pigment amount in seedlings is proportional to the extra-sugar in the medium.

4. The absence of phosphates in the medium results in a slight increase of the pigment amount.

5. The absence of nitrogen results in an increase of pigment in the seedlings, provided the sugar concentration is an optimal or supraoptimal one. Nitrogen feeding in the absence of sugar has no effect on pigment synthesis. This indicates a relationship between this process and sugar metabolism.

LITERATURE

- Chmielewska I., Smardzewska and I. Kulesza, 1938, Badania nad barwnikiem czerwonej kapusty (*Brassica oleracea*) III. Studien über den Rotkohlfarbstoff. III, Roczniki Chemii 18: 176—184.
- Czartkowski A., 1914, Anthocyanbildung und Aschenbestandteile, Ber. d.d. bot. Ges., 32: 407—410.
- Eddy B. P. and L. W. Mapson, 1951, Some factors affecting anthocyanin synthesis in cress seedlings, Biochem. Journ., 49: 694—699.
- Gassner G. und W. Straib, 1937, Untersuchung über den Einfluss der Mineralsalznährung an jungen Gerstenpflanzen, Angew. Bot. 19: 225—245.
- Harborne J. B. and H. S. A. Sherrat, 1957, Variations in the glycosidic pattern of anthocyanins. Part II, Experientia (Basel) 13: 486—487.
- Overton E., 1899, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen, Jahrb. wiss. Bot. 33: 171—231.
- Paech K., 1956, Carotinoidbildung und Stickstoffumsatz, Planta 48: 587—591.
- Reinhold J. und Kochs., 1935, Der Einfluss der Düngung auf Ertrag und Qualität des Kohles, Zeitschr. Pfl.-Ern., Düng. u. Bodenkde 39: 198—211.
- Szweykowska A., 1952, On the conditions of anthocyanin formation in the *Vitis vinifera* tissue cultivated in vitro, Acta Soc. Bot. Pol. 21: 537—576.
- Thimann K. V. and Y. H. Edmondson., 1949, The biogenesis of anthocyanins. I. General nutritional conditions leading to anthocyanin formation, Arch. Biochem. 22: 33—53.

The effect of nitrogen feeding on anthocyanin synthesis in isolated red cabbage embryos

A. SZWEYKOWSKA

INTRODUCTION

The influence of mineral resp. nitrogen nutrition on anthocyanin synthesis in plants has been observed by several authors (Czartkowski 1914, Reinhold and Kochs 1935, Gassner and Straib 1937, Szweykowska 1952 and 1959) but the problem has not been sufficiently investigated till now.

Paech (1956) stated an increase of protein and soluble nitrogen and a decrease of carotenoids in etiolated wheat seedlings fed with supplementary nitrogen. He concluded this to be an evidence of a competition for carbohydrates between the nitrogen metabolism and secondary syntheses.

Frey-Wyssling and Blank (1943) estimated anthocyanin, sugar and nitrogen in red cabbage seedlings during the starvation metabolism but they did not find any relation between nitrogen and anthocyanin contents. In our previous paper on cotyledon-less embryos of red cabbage an inhibitory effect of nitrogen on anthocyanin formation was stated depending upon the sugar level in the medium (Szweykowska et al. 1959). Nitrogen had no effect on the amount of pigment when sugar was absent in the medium but it affected pigment formation distinctly when there was an optimal sugar concentration.

The purpose of this paper is to gain some information concerning the relations between sugar, nitrogen and anthocyanin pigment in red cabbage seedlings. The „in vitro” culture method has proved suitable for this work because of making possible the use of young cotyledon-less embryos and the control of supplying them with sugar and nitrogen.

MATERIAL AND METHODS

Red cabbage seeds, var. Koda, obtained from E. Freege, Cracow, were used in these experiments.

The methods of isolating and culturing embryos have been described in our previous paper (Szweykowska et al. 1959). After a 7 day incubation in the dark at 25°C the seedlings were removed from the tubes and the colourless roots cut out. The hypocotyls were weighed and then killed by a 10 min. heating in a water-

bath at 80°C and dried at 40°C to constant weight. The material was then ground and analyzed for anthocyanin, sugars (reducing and soluble) and nitrogen (total and soluble). All data refer to an average of 70—90 embryos, the standard error of the mean being 1,5—2,00%. The majority of experiments, especially of the more important ones (e.g. the influence of sugar and nitrogen feeding) were repeated.

Determination of anthocyanin. The pigment was extracted with a methanolic 10% HCl solution during 24 hrs. and the red extract centrifuged. The pigment was then determined in a Pulfrich photometer using S 53 filter (transmittance max. 5.330 Å). The standard curve was obtained using rubrobrassicin chloride.

Determination of sugars. About 20 mg of dry material was extracted with water in a boiling water-bath for 15 min. A mixture of CdSO₄ and NaOH was then added and the extract heated at 100° for 3 min. to precipitate the proteins. The extract was then filtered and filled up to 50 ml. To a 10 ml sample 1 ml of 1N HCl was added and heated 7 min. at 100°C to hydrolyze the soluble polysaccharides. After cooling and neutralizing with NaOH the sugars were determined by the modified Hagedorn-Jensen method. An excess of kalium ferricyanide in an alcalic phosphate buffer solution (2,52 g K₂HPO₄ + 7,65 K₃PO₄ in 1 l) was added and the tubes heated in the boiling water-bath for 15 min. Reduced ferrocyanide was precipitated with zinc sulphate and the excess of ferricyanide determined iodometrically with n/200 sodium thiosulphate. The sum of soluble sugars was expressed in mg glucose.

The reducing sugars of the extract (without hydrolysis) were estimated simultaneously. Their amount was in all cases proportional to the sum of soluble sugars (soluble polysaccharides + monosaccharides) and therefore only the results referring to soluble sugars will be given below.

The standard error of the estimations was 3,60%.

Determination of nitrogen. The nitrogen was estimated by the micro-Kjeldahl method. The ammonia was trapped into 5 ml of 20% boric acid and then titrated with n/28 hydrochloric acid using as indicator a mixture of methyl red and brom cresol green.

Total and soluble (non-protein) nitrogen were separately determined. The protein nitrogen was calculated from the difference of total and non-protein nitrogen. The soluble nitrogen was extracted with water in a boiling water-bath for 10 min. After the filtration the extract was examined for nitrogen in the way described above. For the reason of feeding the embryos with nitrates in some experimental series it seemed to be advisable to use a procedure of nitrate reduction before digestion. However, these efforts failed (the methods of titanous chloride, of reduced iron and of salicylic acid were applied). Simultaneously it was stated that when using the above described method of nitrogen determination the nitrates are not at all reduced and caused no deviations in parallel estimations. For this reason the nitrate estimations were omitted.

The standard error of the estimations was 3,50%.

THE INFLUENCE OF SUGAR ON GROWTH AND THE CHOICE OF REFERENCE UNITS

The effect of glucose and sucrose on fresh and dry weight and on the protein nitrogen content of the seedlings was examined. The influence of sugars on the fresh weight of hypocotyls is shown in fig. 1 and 2. The fresh weight decreases distinctly

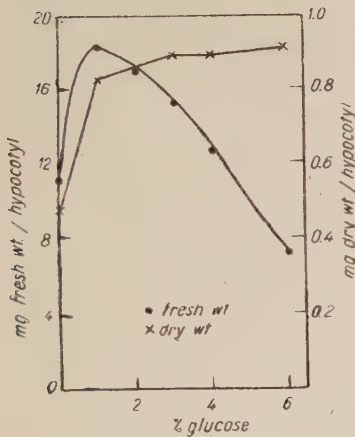


Fig. 1. Effect of glucose feeding on the fresh and dry weight of hypocotyls

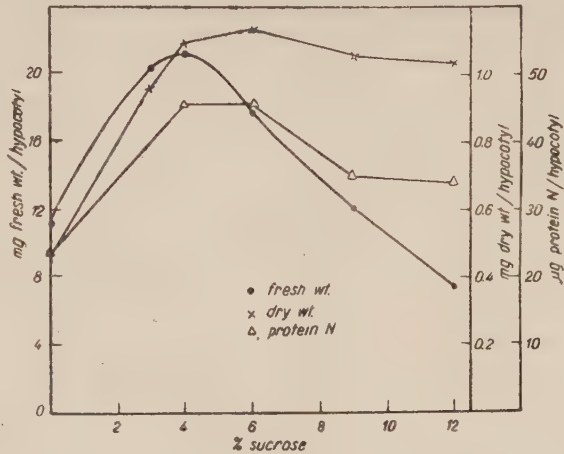


Fig. 2. Effect of sucrose feeding on the fresh and dry weight and on the protein nitrogen content of hypocotyls

in higher sugar concentrations, the hypocotyls become short and the roots longer (fig. 3). These changes of the fresh weight are not accompanied by similar changes of the dry weight of hypocotyls. The dry weight decreases in higher sugar concentrations only slightly (figs. 1 and 2). Simultaneously the water content of seedlings



Fig. 3. Cotyledon-less seedlings of red cabbage grown on sucrose media: left — on 40/0, right — on 120/0 sucrose

decreases strongly (fig. 4). This fact is connected undoubtedly with the high osmotic value of the medium which renders more difficult the water supply. The better feeding effect of sucrose than that of glucose is to some extent caused also by the osmotic values of the media — the osmotic values of sucrose solutions are nearly half those caused by the same percent w/vol. concentrations of glucose.

Together with the worse water supply sugars accumulate in seedlings cultured in higher sugar concentrations as shown in fig. 6. The two facts, i.e. the variation

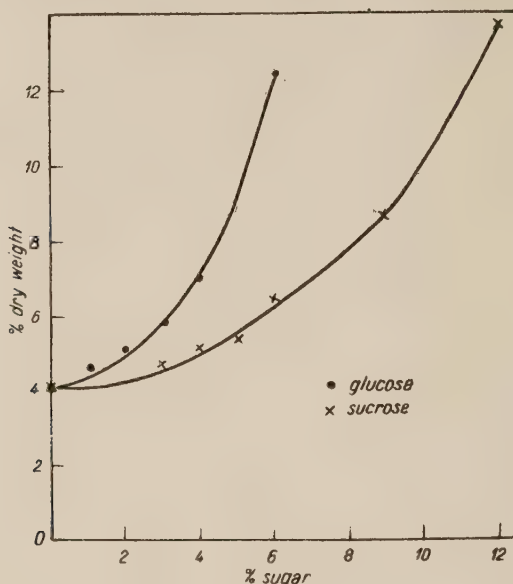


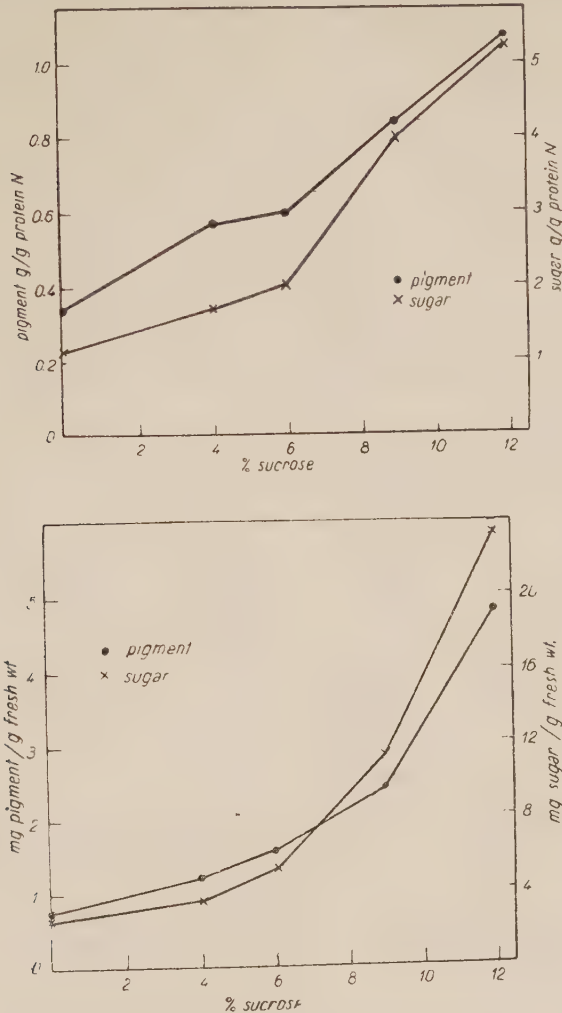
Fig. 4. Effect of sugars on the dry weight % of hypocotyls

of the fresh weight caused by different water contents and the variation of the dry weight caused by different sugar accumulations — make the fresh as well as the dry weight hardly useful as reference values for estimating anthocyanin, sugar and nitrogen. For this reason protein nitrogen has been chosen as reference value for analytical results. Protein nitrogen of embryos growing without cotyledons refers almost exclusively to plasmatic proteins and is most suitable for expressing the living and metabolizing part of the seedlings. The curve of protein nitrogen content (fig. 2) is in general similar to the curves of fresh and dry weight, but in higher sugar concentrations it evidently corrects the apparent growth alterations resulting from differences in the water and sugar content of the seedlings.

THE EFFECT OF SUGAR ON ANTHOCYANIN SYNTHESIS AND NITROGEN METABOLISM

Anthocyanin pigment of seedlings increases by increasing the sugar concentration in the medium. At the same time the soluble sugar content of the hypocotyls

increases (figs. 5—6). On the contrary, soluble nitrogen shows no relation to the anthocyanin content but is inversely related to protein synthesis. It increases in hunger metabolism when there is no sugar in the medium and protein synthesis is weak and also in high supraoptimal sugar concentrations when the protein synthesis is again inhibited. It reaches a minimum in optimal growth conditions, i.e. when



Figs. 5—6. Effect of sucrose on the pigment and sugar contents of hypocotyls

the sugar concentration in the medium is an optimal one (fig. 2 and 7).

The relations in reference to protein nitrogen are shown in figs. 5 and 7. They are very similar when referred to the fresh weight (figs. 6—7) as well as to the dry weight of the seedlings.

THE EFFECT OF NITROGEN FEEDING ON GROWTH

In a preliminary experiment an optimal sugar concentration of the medium (40/0) has been employed and four nitrogen sources were tested: nitrates ($\text{KNO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), urea, glycine and asparagine. Three concentrations (regarding N_2O_5 content of the substances used) were employed: 0.0, 3.7 and 7.4 mM. The 3.7 mM

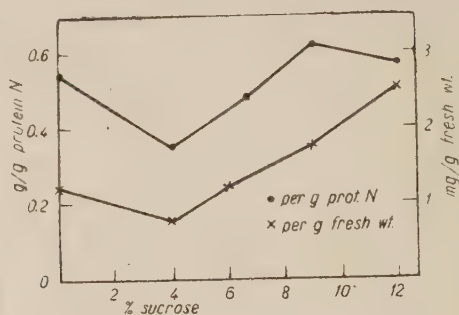


Fig. 7. Effect of sucrose on the soluble nitrogen content of hypocotyls

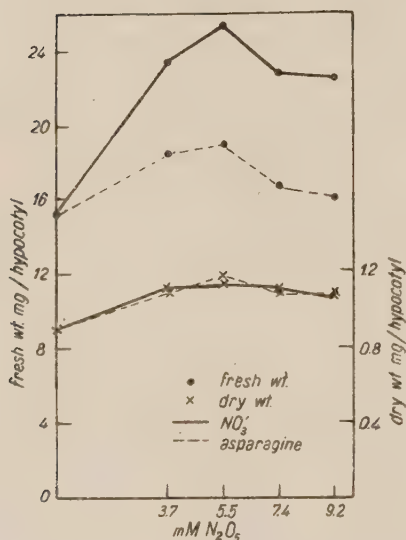


Fig. 8. Effect of nitrates and asparagine on the fresh and dry weights of hypocotyls

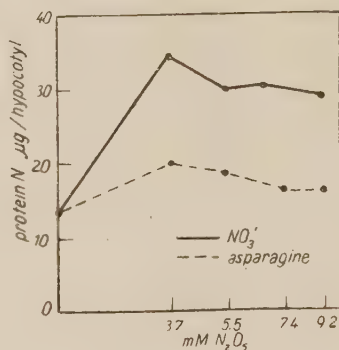


Fig. 9. Effect of nitrates and asparagine on the protein nitrogen content of hypocotyls

conc. corresponds to that used in the basal medium (1/2 Knop solution). Urea and glycine strongly inhibit the growth of embryos having above all a harmful effect on root development. On the other hand, nitrates and asparagine promote the growth providing thus an evidence of being used in embryo metabolism. Five concentrations of nitrates and asparagine were tested and it was stated that a 5.5 mM concentration is optimal for fresh and dry matter production and 3.7 mM — for protein nitrogen formation (figs. 8—9).

THE EFFECT OF NITROGEN FEEDING ON ANTHOCYANIN SYNTHESIS

Several combinations were tested using:

- I. Two nitrogen sources: nitrates and asparagine
- II. Three N_2O_5 concentrations: 0.0, 5.7 (optimum) and 9.2 mM
- III. Three sucrose concentrations: 0, 4 (optimum) and 100/0.

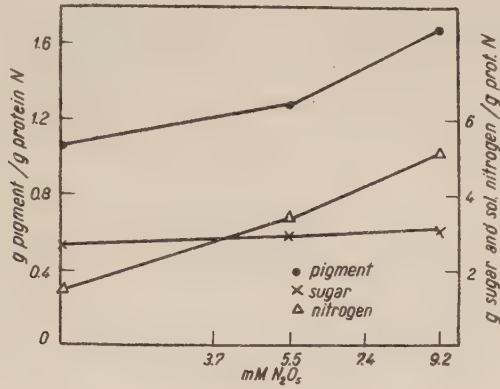


Fig. 10. Effect of asparagine on the pigment, sugar and soluble nitrogen contents of hypocotyls of seedlings kept on a sugarless medium

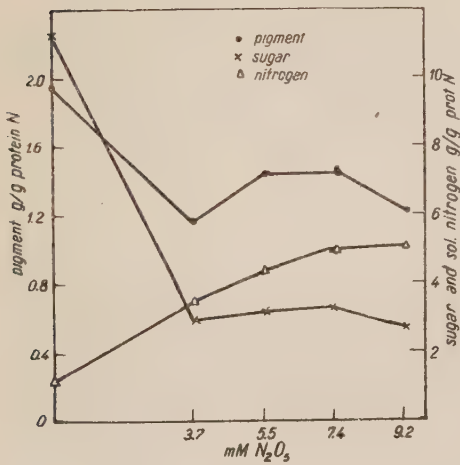


Fig. 11. Effect of asparagine on the pigment, sugar and soluble nitrogen contents of hypocotyls of seedlings kept on a medium with 40% sucrose

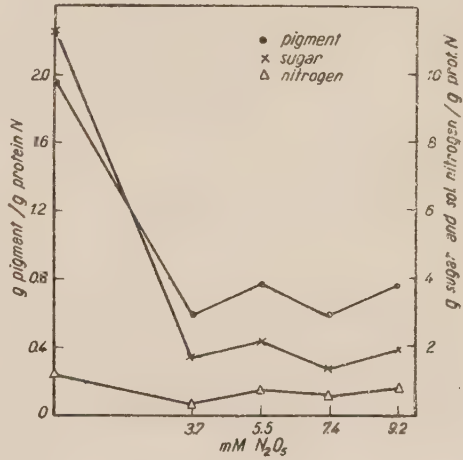


Fig. 12. Effect of nitrates on the pigment, sugar and soluble nitrogen contents of hypocotyls of seedlings kept on a medium with 40% sucrose

If there is no sugar in the medium asparagine slightly promotes anthocyanin synthesis without increasing the soluble sugar content of the seedlings (fig. 10).

Using 4 and 100% sugar concentrations, the anthocyanin content was highest when there was no nitrogen present. Supplying embryos with nitrogen a strong decrease of pigment formation was stated beginning with lowest concentration used (which is optimal for protein formation). A further increase of nitrogen in the medium had nearly no effect on pigment formation (figs. 11 and 12).

The soluble nitrogen of embryos growing on asparagine accumulate according to the asparagine concentration in the medium (fig. 11) and that of embryos growing on nitrates remains almost constant (fig. 12). In the latter case the intensity of nitrate reduction, kept only on the level needed for protein synthesis, is probably the limiting factor (as it was pointed out, „soluble nitrogen” does not include nitrates). The relations in respect to media containing 100% sucrose are shown in tables 1—2.

Table 1

The effect of nitrates

N ₂ O ₅ mM	g/g protein nitrogen		
	pigment	sugar	soluble nitrogen
0.0	2.8	17.5	1.0
5.5	0.9	5.0	0.6
9.2	1.0	5.3	0.6

Table 2

The effect of asparagine

N ₂ P ₅ mM	g/g protein nitrogen		
	pigment	sugar	soluble nitrogen
0.0	2.1	13.8	0.7
5.5	1.5	4.8	3.2
9.2	1.6	5.6	3.9

The lack of a direct relation between nitrogen and anthocyanin pigment and a close relation between pigment and sugars is obvious. This statement is true in the case of affecting pigment synthesis by an increasing sugar content in the medium as well as in the case of affecting it by depriving the medium of nitrogen, because nitrogen affects an anthocyanin formation only if it affects simultaneously the soluble sugar level in the tissues. Fig. 13 shows the relation between the pigment and soluble sugar in hypocotyl tissues on various nutrient media and in hypocotyls and cotyledons of whole embryos growing on water-agar medium, without any nutrient substances added. The majority of points are placed along a straight line showing thus an intimate connection of these two factors. An exception constitute only some points referring to asparagine media. The deviations may be caused by the carbon chain of asparagine which is formed in the Krebs cycle and undoubtedly may also

enter into this cycle. It is known that at least a part of the rubrobrassicin of red cabbage is formed of products of respiratory sugar breakdown (Eberhardt 1954, Grisebach 1957 and 1958). In this way the carbon chain of asparagine may be used in anthocyanin synthesis without being previously converted to sugar. It is not included in the results of sugar analyses and therefore points resulting from plotting anthocyanin against sugar are placed differently for embryos kept on asparagine media.

The results suggest the general conclusion that anthocyanin synthesis depends on the level of simple organic compounds (e.g. sugars) serving as building material as well as an energy source for pigment synthesis. Protein synthesis is a competing

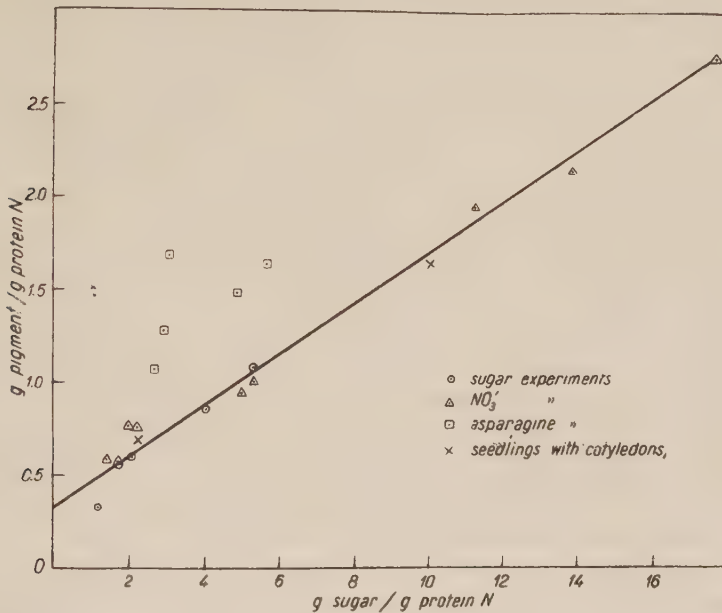


Fig. 13. The dependence of pigment synthesis upon the sugar level in seedling tissues

process and the depressing effect of nitrogenous compounds is based on its promoting effect on protein formation. Under its influence occurs a decrease of organic material (e.g. sugars) being left at the disposal of secondary processes.

DISCUSSION

The problem of the role of nitrogen in anthocyanin synthesis has been undertaken by Frey-Wyssling and Blank in a paper dealing with anthocyanin physiology in seedlings of red cabbage (1943). The authors estimated protein, soluble and total nitrogen and did not find any constant ratio of the pigment to any of the nitrogen fractions. Similarly they found that there is no constant proportion between pigment and sugars and suggested a connection between them to be highly proble-

matic. If it really exists it is only so distant as for instance an artificial sugar supply — increased metabolism — increased anthocyanin production. However, the results of the present paper indicate that a relation of anthocyanin to sugar undoubtedly exists and that it is a close although indirect one (at least in part — which is proved by recent works on biochemical steps of anthocyanin synthesis). This is evidenced by the linear dependence of the anthocyanin content upon the sugar amount in the seedlings (fig. 13). This dependence is shown not only in the case of cotyledonless seedlings growing on various nutrient media, but also in the case of seedlings similar to those used by Frey-Wyssling and Blank, i.e. etiolated seedlings with cotyledons (hypocotyl and cotyledons being analyzed separately) growing on 10% water-agar medium. The line is of the type $y = ax + b$ thus showing that some amount of pigment (the term b of the equation) is formed independently of the actual sugar content in seedlings. This pigment amount may be formed directly from a precursor stored in embryos. This may be supported by one experiment of Frey-Wyssling and Blank who brought about the formation of violet pigment in subepidermal tissue of red cabbage embryos by a simple treatment of seeds or colourless embryos with 1.5–20% hydrogen peroxide. With reference to the total sugar amount the ratio „anthocyanin : sugar” ($y:x$ instead of $(y-b):x$) will not be constant but it will decrease together with increasing sugar concentration. This fact was perhaps one of the reasons of inconstant ratio „anthocyanin : sugar” found by Frey-Wyssling and Blank (1943).

The influence of nitrogenous compounds on pigment synthesis is undoubtedly connected also with sugar. When present in the medium nitrogen causes a strong decrease of sugar in the seedlings and vice versa — the sugar content increases in the absence of nitrogen. The amount of pigment formed varies together with the variation of the sugar level in the tissues, according to the linear diagram in fig. 13 which was discussed above.

Paech (1956) stated a similar relation of nitrogen to carotenoids in etiolated wheat seedlings growing on urea. The conditions of a high nitrogen supply resulted in increased protein synthesis and decreased carotenoid formation. Paech suggested these relations to be a manifestation of a sugar competition between the protein metabolism and carotenoid formation. The processes of secondary syntheses (e.g. carotenoid or anthocyanin formation) are generally characterized by a relatively weaker intensity than those belonging to the primary metabolism (e.g. protein synthesis). They can use only those products which had not been consumed in primary metabolism. In this way the secondary product formation must decrease in conditions favourable for protein synthesis. The present investigation on the influence of nitrogenous compounds on protein synthesis and anthocyanin formation and the results of sugar analyzes confirm Paech's conclusions and extend their general significance.

The author is indebted to Prof. Dr J. Czosnowski for his advice and assistance in preparing this paper.

SUMMARY

The influence of sugar and nitrogen feeding on anthocyanin synthesis in isolated red cabbage embryos has been investigated. Sugar promotes pigment synthesis and nitrogen acts in an opposite direction. The analyses of soluble sugars and of protein and soluble nitrogen have shown that nitrogen feeding results in an increase of protein synthesis and in a decrease of the soluble sugar content of the seedlings. On the other hand, the absence of nitrogen in the culture medium results in an increase of soluble sugars and of pigment synthesis. The author stated a linear dependence of the pigment amount upon the sugar content of the hypocotyls or cotyledons calculated on protein nitrogen unit. In this way a direct relation of anthocyanin synthesis to sugar metabolism is proved.

The results obtained are discussed together with those obtained by Frey-Wyssling and Blank (1943) and Paech (1956) and together with conclusions they reached.

Laboratory of Plant Physiology
University of Poznań

LITERATURE

- Czartkowski A., 1914, Anthocyanbildung und Aschenbestandteile, Ber. d. d. bot. Ges. 32: 407—410.
- Eberhardt F., 1954, Über die Beziehungen zwischen Atmung und Anthocyansynthese, Planta 43: 253—287.
- Frey-Wyssling A. und F. Blank, 1943, Untersuchungen über die Physiologie des Anthocyans in Keimlingen von *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *rubra* (L.), Ber. Schweiz. Bot. Ges., 503 A: 550—578.
- Gassner G. und W. Straib, 1937, Untersuchung über den Einfluss der Mineralsalzernährung an jungen Gerstenpflanzen, Angew. Bot. 19: 225—245.
- Grisebach H., 1957, Zur Biogenese des Cyanidins. I. Versuche mit Acetat-(1—¹⁴C) und Acetat-(2—¹⁴C), Z. Naturforschg 12 b: 227—231.
- Grisebach H., 1958, Zur Biogenese des Cyanidins. III. Über die Herkunft des Ringes B, Ibidem 13 b: 335—336.
- Paech K., 1956, Carotinoidbildung und Stickstoffumsatz, Planta 48: 587—591.
- Reinhold J. und Kochs, 1935, Der Einfluss der Düngung auf Ertrag und Qualität des Kohles, Zeitschr. Pfl.-Ern., Düng. u. Bodenkd., 39: 198—211.
- Szweykowska A., 1952, On the conditions of anthocyanin formation in the *Vitis vinifera* tissue cultivated in vitro Acta Soc. Bot. Pol. 21: 537—576.
- Szweykowska A., M. Gierczak and R. Łuszczak., 1959, Anthocyanin synthesis in isolated embryos of red cabbage and radish, Acta Soc. Bot. Pol. 28: (w druku).

Nowe stanowisko *Eucommia europea* Mädlér w miocenie Polski

New locality of *Eucommia europaea* Mädlér in Miocene of Poland

W. MICEK

Trzeciorzędowa flora z Sośnicy koło Kątów Wrocławskich na D. Śląsku nie została dotychczas wyczerpująco opracowana, choć H. Goepfert opisał z niej ponad 100 gatunków (1855), z czego według R. Kräusela i jego współpracowników (1919—1921) 53 zasługuje na nazwę „dobrych”. W tym klasycznym materiale kopalnym, do tej chwili dostępnym, w miarę przeprowadzanych poszukiwań stale wzrasta ilość nowoodkrytych gatunków. W ostatnich trzech latach natrafiono na szczątki nowych rodzajów i gatunków roślin nie podanych ani przez Goepperta ani przez Kräusela. Latem 1956 roku doc. J. Raniecka-Bobrowska natrafiła w brunatnym ile na okaz liścia z gatunku *Persea speciosa* Heer oraz na nasiona, względnie szczątki liści z rodzaju *Diclidocarya*, *Decodon*, *Nuphar* i *Magnolia*. Prof. H. Czechtowa napotkała szczątki liścia *Ailanthus*. W tym samym czasie mgr M. Reymann oznaczyła szczątki lignitu z Sośnicy jako *Glyptostoboxylon tenerum* (Kraus) Conwentz.

W opracowaniu jest obecnie duża szyszka sosny, znaleziona przeze mnie latem 1957 roku, oraz dwa ulistnione krótkopędy z rodzaju *Pinus*, na które natrafiono we wrześniu 1958 r., podczas wycieczki z grupą paleobotaników z Instytutu Botaniki PAN w Krakowie. Podczas tej wycieczki natrafiłem również na nie uszkodzony skrzydlak oraz na szczątki liści z rodzaju *Eucommia*.

Flora kopalna z Sośnicy jest bardzo urozmaicona pod względem gatunków liściastych. Głównymi jej składnikami są drzewa liściaste z rodzin takich jak: *Betulaceae*, *Salicaceae*, *Ulmaceae*, *Fagaceae*, itd. Z iglastych znane są *Taxodium*, *Sequoia*, oraz *Libocedrus*.

Stan flory kopalnej z Sośnicy dowodzi, że gromadziła się ona w stojących wodach miocenijskiego jeziora otoczonego lasami. Występowanie w łąkach sośnickich *Trapa* świadczy również, że flora ta rozwijała się na brzegu stojącego, ciepłego jeziora śródlądowego. Mulisty osad i słaby ruch wody umożliwiły doskonale zachowanie się liści oraz innych nie uszkodzonych szczątków roślinnych w postaci nasion i owoców.

Rodzaj *Eucommia* znany był dotychczas z terenu Polski z dwóch stanowisk, tj. ze Starych Gliwic na Górnym Śląsku (torton) i z Mizernej koło Czorsztyna (g. pliocen). Ostatnio M. Środoniowa znalazła szczątki *Eucommia* w Bodzanowie oraz na Sypkiej Górze koło Gdowa (torton). J. Raniecka-Bobrowska natrafiła w Krostkowie nad Notecią (pliocen) na kilka orzeszków tego rodzaju.

Z poza Polski, z terenu Europy, wymienia W. Szafer kilka stanowisk rodzaju *Eucommia* zachowanego w postaci owoców-skrzydłaków. Pochodzą one z pliocenu Niemiec, Holandii i Rosji. Wszystkie te kopalne szczątki zostały zaliczone do *Eucommia ulmoides* Oliv., gatunku żyjącego dziś w Chinach Centralnych. Oznaczenie to zostało w r. 1939 zmienione częściowo przez K. Mädlera. Na podstawie badań anatomicznych i pomiarów cech morfologicznych uznał on wszystkie kopalne skrzydłaki z terenu Niemiec za odrębny gatunek nazywając go *Eucommia europaea* Mädler. Gatunek ten różni się od współcześnie żyjącej *Eucommia ulmoides* Oliv. znacznie większymi wymiarami skrzydłaków.

W. Szafer opracowując w 1951 r. żyjące oraz kopalne skrzydłaki ze wszystkich dotąd poznanych stanowisk Europy poddał rewizji oznaczenia Mädlera i stwierdził, że większe znaczenie aniżeli długość i szerokość całych skrzydłaków (cecha podana przez Mädlera) posiada długość i szerokość samego orzeszka. Dzięki tej nowoodkrytej cesze diagnostycznej udało się w materiale kopalnym odróżnić z całą pewnością *Eucommia ulmoides* Oliv. od *E. europaea* Mädler. Opieranie się na pomiarach samych orzeszków jest bardzo praktyczne. Cecha ta pozwala odróżnić te dwa gatunki, nawet wtedy gdy ilość okazów kopalnych jest bardzo mała.

Ponieważ dalsze, wytrwałe poszukiwania szczątków *Eucommia* w ilach sośnickich nie powiodły się, opracowałem znaleziony przeze mnie skrzydłak posługując się metodą morfologiczno-porównawczą. Skrzydłak ten, lancetowaty, niesymetryczny, nieco uszkodzony w części szczytowej, ma zachowaną linię brzegową i szypułkę. Jego środkową część zajmuje dobrze zarysowujący się orzeszek. Cały owoc jest brunatny. W momencie rozłupywania bryłki ilitu ze skrzydłakiem zauważono charakterystyczne dla rodzaju *Eucommia* nici gutaperkowe, gęsto pokrywające orzeszek jakby płataniną pajęczyny babiego lata. Engelhardt i Kinkelin opisując takie same szczątki z okolic Frankfurtu nad Menem uznali je za kokony pajaków. Elastyczna nitka ma charakterystyczne, główkowate zakończenie (tablica I, 3). Ze względu na zły stan zachowania nie udało się zbadać przebiegu żyłkowania oraz budowy szparek w skórcie na owocu.

Mierząc owoc *Eucommia* uwzględniono cechy diagnostyczne Mädlera i Szafera, mianowicie wzięto pod uwagę długość i szerokość całego skrzydłaka i samego orzeszka. Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

Długość skrzydłaka (z szypułką i znamionami)	Szerokość skrzydłaka	Długość	Szerokość
		orzeszka	
45 mm	14 mm	18 mm	7 mm

Pomiary długości i szerokości całego skrzydlaka oraz samego orzeszka współcześnie żyjącego i kopalnego rodz. *Eucommia* przedstawione przez W. Szafera na tabelach (Kosmos, ser. A. Rocznik 66, 1948—1951) pozwalają stwierdzić, że rodzaj *Eucommia* w młodszym trzeciorzędzie był reprezentowany przez dwa gatunki: *Eucommia europaea* Mädlér i *E. ulmoides* Oliv. Długość skrzydlaków pierwszego gatunku leżała w granicach od 45 mm do 55 mm, a szerokość — od 13 mm do 16 mm. U *Eucommia ulmoides* Oliv. długość owoców wahała się od 27 mm do 40 mm, — szerokość od 8 mm do 12 mm.

Długość samych tylko orzeszków *Eucommia europaea* Mädlér zamykała się w granicach od 16 mm do 24 mm. U *Eucommia ulmoides* Oliv. od 10 mm do 15 mm. Szerokość orzeszków *Eucommia europaea* Mädlér sięgała od 4 mm do 7 mm. U *E. ulmoides* Oliv. od 3 mm do 5 mm. W rezultacie przeprowadzonych pomiarów cech morfologicznych doszedłem do wniosku, że długość i szerokość orzeszka oraz całego skrzydlaka z Sośnicy uwzględniając wymiary kopalnych owoców *Eucommia* podanych w tabelach Szafera pozwalają stwierdzić, iż skrzydlak ten mieści się tylko w granicach wymiarów odnoszących się do gatunku *Eucommia europaea* Mädlér.

Oprócz opisanego kopalnego skrzydlaka *Eucommia* w warstwie ciemnego iłu niedaleko miejsca, w którym natrafiono na owoc *Eucommia*, znaleziono sześć ułamków blaszek liściowych należących zapewne do *Eucommia europaea* Mädlér. Niestety, nie udało się autorowi znaleźć liścia w całości, tj. z nasadą i wierzchołkiem. Przedstawione na zdjęciu szczątki to środkowe części blaszek liściowych, o powierzchni od 1 cm² do 6 cm². Charakterystyczne nici gutaperkowe występujące w tkankach owocu, znajdują się również w tkankach liści *Eucommia*. Gromadzą się one przede wszystkim wzdłuż nerwów (tablica I 4). Dzięki tym nitkom blaszka liściowa popękana nie rozpada się, gdyż jej resztki trzymane są na uwięzi przez elastyczne nitki gutaperkowe. Nici gutaperkowe w owocu i w liściach mają identyczny wygląd. W jednym i w drugim wypadku zakończenia ich są główkowato zgrubiałe.

Flora kopalna z Sośnicy należąca do klasycznych flor liściowych młodszego trzeciorzędu (g. miocen) wzbogaciła się zatem o nowy gatunek z rodzaju *Eucomia*, a do ogólnej liczby stanowisk kopalnych tego rodzaju przybyło nowe z Sośnicy.

STRESZCZENIE

Górniołocęńska flora z Sośnicy pod Wrocławiem nie została dotychczas wyczerpująco opracowana. Podczas nowych poszukiwań przeprowadzonych w latach 1956—8 natrafiono na szczątki roślin do tej pory z tej flory nie opisanych, a mianowicie: J. Raniecka-Bobrowska znalazła liść *Persea speciosa*, oraz szczątki liści względnie nasiona *Diclidocarya*, *Decodon*, *Nuphar* i *Magnolia*, H. Czeczottowa — liść *Ailanthus*, M. Reymanówna — drewno *Glyptostroboylon tenebrum*. Autor niniejszego artykułu natrafił na szyszkę i dwa ulistnione krótkopędy

sosny oraz na szczątki liści i owoc *Eucommia*. Owoc ten został oznaczony w oparciu o cechy diagnostyczne wskazane przez Szafera (1951) jako *Eucommia europaea* Mädlér.

Zakład Paleobotaniki
Uniwersytetu we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 8.5.1959 r.)

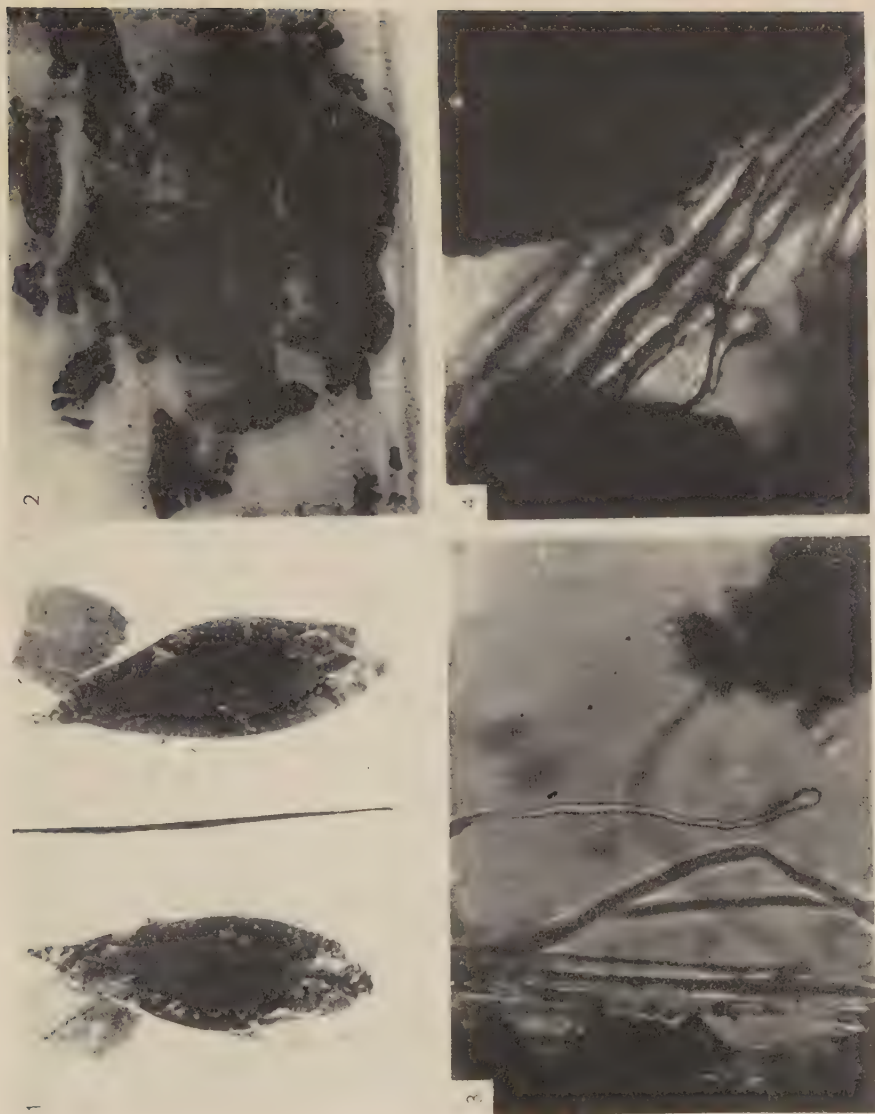
SUMMARY

The well-known Upper Miocene flora from Sośnica in Lower Silesia (Schossnitz in German papers) has not been investigated exhaustively. A new search made in 1956—8 enriched the list of its components with some new genera and species. *Persea speciosa*, *Diclidocarya*, *Nuphar*, *Decodon* and *Magnolia* were found there by Mrs. J. Raniecka-Bobrowska, *Ailanthus* — by Mrs. H. Czeczott, *Glyptostroboxylon tenerum* — by Miss M. Reyman. The present author succeeded in finding of a cone of *Pinus* sect. *Pinaster* and two leafy dwarf shoots of the same genus as well as a fruit of *Eucommia* together with some leaf fragments. The fruit has been determined by the author as *Eucommia europaea* Mädlér. Thus Sośnica is the fifth locality in Poland which yielded remains of *Eucommia* from the Neogene deposits.

LITERATURA

- Goeppert H. R., 1855, Die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien, Görlitz.
Kräusel R., 1919, Die Pflanzen des Schlesischen Tertiärs, Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, Bd. 38. T.II.H. 1,2, Berlin.
Kräusel R., 1920—1921, Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens. I—III. Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, Bd. 39. T.I., Bd. 40. T.I., Berlin.
Lilpop J., Kostyniuk M., 1957, Roślinność Polski w epokach minionych.
Kostyniuk M., 1957, Druga Konferencja Paleobotaniczna w Krakowie. Wiadomości Botaniczne 1 (3): 145.
Raniecka-Bobrowska J., Czeczott H. 1958. Flora środkowego i górnego miocenu Polski w świetle badań ostatnich dwunastu lat. Kwartalnik Geologiczny 2 (1).
Reyman M. 1956. O drewnach kopalnych ze śląskiego miocenu. Acta Soc. Bot. Pol. 25 (3): 529.
Szafer Wł. 1951. Rodzina *Eucommiaceae* w trzeciorzędzie europejskim. Kosmos, ser. A, Rocznik 66. (1948—1951). Wrocław.
Szafer Wł., 1954, Pliocenńska flora z okolic Czorsztyna. Warszawa.

Tablica



- 1 — Rozlupana brylka iłu ze szczątkami skrzydła *Eucommia europaea* Müdler. Wielkość naturalna. 2 — Część blaszki liściowej *Eucommia europaea* 2 ×. 3 i 4 — Nitki gutaperkowe z widocznymi główkowatymi zakończeniami: 300 ×
- 1 — A split piece of loam with a fruit of *Eucommia europaea* Müdler (nat. size). 2 — A part of the leaf-blade of *E. europaea* 2 ×. 3, 4 — Guttapercha threads of *Eucommia europaea* with headlike ends; 300 ×.

Pierwotna produkcja jezior Rajgrodzkich Cz. I. Jezioro Rajgrodzkie, J. Białe i J. Krzywe

*The primary production of the Rajgród Lakes
Part I. Lake Rajgrodzkie, Lake Biale and Lake Krzywe*

B. CZECZUGA

WSTĘP

Jednym z najważniejszych zagadnień współczesnej hydrobiologii jest ilościowe określenie produkowanej materii organicznej w zbiornikach wodnych, a w szczególności ujęcie ilościowe pierwszego ogniwa troficznego, tj. powstającej materii organicznej w wyniku procesu asymilacji.

W ostatnim dziesięcioleciu klasyfikacja jezior wg Thienemann, oparta na krzywej pionowej tlenu oraz gatunkowym składzie bentosu jako indykatorów poszczególnych typów jezior, została poddana krytyce. Znani hydrobiolodzy (Elster 1955, Ohle 1955, Rodhe 1956, Winberg 1957) uważają, że podstawą do klasyfikacji zbiorników wodnych jest wielkość produkcji pierwotnej planktonu oznaczona metodą tlenową, lub C^{14} — modyfikacją metody zaciemnionych i nie zaciemnionych buteleczek.

Metodę oznaczania produkcji pierwotnej przy pomocy zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek wprowadził do hydrobiologii Winberg (1934). Od tego czasu podczas badań pierwotnej produkcji zbiorników wodnych wymieniona metoda jest stosowana w postaci różnych modyfikacji. Schomer i in. (1935, cyt. Koźmiński 1938) badając intensywność asymilacji planktonu w jeziorach stanu Wisconsin (USA), uzależnionej od intensywności światła, niezależnie od Winberga zastosował metodę buteleczek. Manning i in. (1938), badając również intensywność asymilacji w zależności od głębokości w jeziorze Trout, posługiwali się tą samą metodą. Prace szkoły Wisconsin (Juday 1940, Manning i in. 1938, Koźmiński 1938) były skierowane ku wyjaśnieniu intensywności asymilacji uzależnionej od przenikania w głąb promieni słonecznych i przezroczystości wód. Natomiast prace rosyjskiego badacza Winberga (1934, 1936, 1939, 1948, 1956, 1958, 1959) od początku były skierowane do obliczenia bilansu produkcji pierwotnej planktonu poszczególnych jezior.

Pierwotną produkcję morza metodą zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek oznaczał Riley (1939, 1941, 1941a). Nad wielkością produkcji pierwotnej jeziora Erie (stan Ohio, USA) pracował Verduin (1954, 1956, 1956a). W ostatniej pracy stwierdza on, że maksymalna intensywność asymilacji planktonu w j. Erie przypada na lipiec.

Dynamikę produkcji pierwotnej morskiego planktonu uzależnionej od intensywności przenikających promieni słonecznych zajmowali się: Ryther (1956); Ryther i Yentsch (1957), Yentsch i Ryther (1957). Ryther (1956a) stwierdził zależność pomiędzy ilością chlorofilu a ilością wydzielonego tlenu podczas procesu asymilacji w piętnastu gatunkach glonów morskich.

Metodą zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek pracował Mc Quate (1956) badając intensywność asymilacji i oddychania fitoplanktonu Sanduskiego zalewu jeziora Erie (stan Ohio, USA).

Nelson (1958) badał zależność tempa wzrostu młodzieży *Oncorhynchus nerka* od wielkości produkcji pierwotnej jeziora Bare (Alaska, USA).

O intensywności asymilacji uzależnionej od czynników środowiska j. Erie donosi Verduin (1952). Asymilacją i oddychaniem *Dunaliella euchlora* (gr. *Flagellate*) zajmował się Ryther (1956), natomiast nad gatunkami grupy *Diatomea* pracował Talling (1955, 1957, 1957a).

Ciekawe wyniki dotyczące dynamiki produkcji pierwotnej otrzymali Manning i Juday (1941), Gessner (1949, 1953); Jackson i Mc Fadden (1954), oraz Wood (1956).

Zastosowaniem C^{14} w badaniach asymilacji w oceanie zajmował się Steemann-Nielsen (1952, 1954, 1955). Doty i Oguri (1956) wskazują na zwiększanie się produkcji pierwotnej w oceanie w miarę przybliżenia się do brzegu wysp (przy brzegu 4,2, a w odległości 24 km od brzegu produkcja węgla wynosi 0,096 mg /m³/godz.).

Sorokin (1956) zastosował metodę mianowanego węgla w badaniach produkcji pierwotnej słodkowodnych zbiorników ZSRR.

O produkcji materii organicznej i udziale asymilacji w bilansie tlenowym w jeziorze Bajkalskim — donosi Wotincew (1952, 1953, 1957).

Wpływ światła księżycowego na asymilację glonów niektórych jezior badali Iwlew i Mucharewskaja (1940).

Szczerbakow (1953) podaje dane dotyczące znaczenia objętości butelek stosowanych w badaniach metodą zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek na ilość produkowanej materii i oddychanie planktonu.

Edmondson (1956) stwierdza istnienie zależności między ilością produkowanej materii organicznej w różnych głębokościach a ilością przechodzącego światła w poszczególnych jeziorach.

O wykorzystaniu energii słonecznej przez fitoplankton i rośliny wyższe donosi Steemann-Nielsen (1957).

Pierwotną produkcją zajmowali się: Blinks (1955), Levring i Fish (1956).

Ichimura (1956a, 1956b), Marshall (1956) Cushing (1957) oraz Koblenc-Miszkie (1957).

Zależność między przeciętną głębokością, a ilością produkowanego węgla, jak i szereg innych ciekawych zagadnień związanych z pierwotną produkcją jezior, znajdujemy w pracach Ohle (1955, 1956).

O produkcji pierwotnej wód bieżących (rzeki) donosi Odum (1956).

Nad asymilacją niektórych okrzemek Morza Czarnego pracowała Biessie-mianowa (1957).

Wpływ pokrywy lodowej i śnieżnej na intensywność asymilacji fitoplanktonu w Storkower See, Kùchensee oraz Chossewitz See badał Müller (1957). Nad produkcją pierwotną dwóch jezior Kanady różniących się pod względem morfometrycznym stosując zaciemnione i nie zaciemnione buteleczki pracowali Frey i Stahl (1958).

W powstawaniu materii organicznej wielkie znaczenie mają promienie słoneczne, jednak wykorzystanie ich przez poszczególne zbiorniki wodne, raczej przez plankton tych zbiorników jest różne. Różnice te są uzależnione od wielu czynników. Jedne z nich dotyczą właściwości warunków ekologicznych danego zbiornika, inne dotyczą położenia geograficznego.

Duże znaczenie posiada ilość przenikania w głąb jeziora promieni słonecznych, co uzależnione jest od przezroczystości danego zbiornika. Większa lub mniejsza zawartość związków humusowych w wodzie nie tylko wpływa ujemnie na dynamikę planktonu (Charkiewicz z 1953; Czeczuga 1957), lecz w dużym stopniu i na wykorzystanie energii słonecznej przez plankton.

Podsumowanie wyników wieloletniej pracy nad produkcją pierwotną zbiorników wodnych i stopnia wykorzystania energii słonecznej przez plankton w poszczególnych jeziorach zawarte jest w monografii Winberga (1959).

Praca niniejsza ma na celu podanie wstępnych wiadomości dotyczących wielkości produkcji pierwotnej trzech różniących się pod względem troficzności jezior Rajgrodzkich.

METODA I MATERIAŁ

Badalem intensywność powstawania produkcji pierwotnej 3 jezior Rajgrodzkich: Rajgrodzkiego, Białego i Krzywego. Badania przeprowadzałem w sierpniu 1957 roku, oraz w maju i w drugiej połowie sierpnia 1958 roku. Zastosowałem metodę zaciemnionych i nie zaciemnionych buteleczek stosowaną przez Winberga (1934). Brane do badań buteleczki posiadały objętość 300 ml. Część buteleczek zaciemniano przez umieszczenie ich w dętce motocyklowej, co gwarantowało całkowite zaciemnienie i wykluczało asymilację.

Jednocześnie batometrem Ruthnera pobierano wodę do oznaczania ilości chlorofilu z tej głębokości z której pobierano wodę do buteleczek. Wodę sączone przez sączki membranowe Nr 0. Ilość chlorofilu oznaczano metodą Winberga i Siwko

(1953) stosując fotometr elektryczny typu Lumetron Mod-400 z filtrem czerwonym o długości fali 650 m μ .

Oznaczenie ilości chlorofilu pozwoliło sądzić o dynamice fitoplanktonu na odpowiedniej głębokości danego jeziora, oraz obliczyć liczbę asymilacyjną, (przyjmując, że 1 mg O₂ wydzielonego w procesie asymilacji odpowiada 1,375 mg pobranego CO₂ (Winberg, 1959) do wytwarzania materii organicznej). Zakładając że asymilacja zachodzi przeciętnie przez 13 godzin w ciągu doby, obliczono szybkość odnowy suchej masy fitoplanktonu przyjmując, że ilość chlorofilu stanowi przeciętnie 30% suchej masy fitoplanktonu.

Czerpakiem systemu Bernatowicza pobierano jednocześnie próbki zooplanktonu z tych samych miejsc i głębokości, z których pobierano wodę do napełniania buteleczek i oznaczania chlorofilu. W pracowni oznaczono gatunki i podliczano ilość poszczególnych gatunków w litrze wody.

Jak stwierdził Suszczenia (1958) obecność zooplanktonu może wpływać dodatnio na asymilację fitoplanktonu. Toteż przyjmuje on, że produkcja materii organicznej jest funkcją nie tylko fitoplanktonu, lecz planktonu w całości.

Ponieważ na 1 mg tlenu wyzwolonego w procesie asymilacji fitoplanktonu potrzeba 3,51 kalorii energii słonecznej, obliczyłem 0% wykorzystania energii słonecznej przez fitoplankton poszczególnych jezior.

Jednocześnie pobrałem próbki wody batometrem Ruthnera w celu określenia składu gatunkowego fitoplanktonu.

OGÓLNE WIADOMOŚCI DOTYCZĄCE BADANYCH JEZIOR

Szybkość z jaką powstaje nowa materia organiczna jest wypadkową warunków historycznie ukształtowanych w danych zbiorniku, zmian zachodzących w ciągu roku w jeziorze, układu morfometrycznego misy jeziorowej itp. Nie mniejsze znaczenie posiada kształt niecki jeziorowej, spadek dna przybrzeżnego, który ma duży wpływ na ukształtowanie się stratyfikacji termicznej. W jeziorze Narocz mającym mniej więcej okrągły kształt (8 000 ha), kąt spadku dna litoralu jest bardzo mały, to też znaczna część powierzchni jego jest zajęta przez małe głębokości. Taki układ morfometryczny pociąga za sobą prawie całkowite mieszanie się wody jeziora w letnich miesiącach i temperatura dennych warstw (na głęb. 23,8 m $t = 19,0^{\circ}$) nie różni się od t° warstw powierzchniowych ($21,5^{\circ}$) (Winberg, 1953). O powyższym wspomina również Stangenberg i in. (1953). W zależności od miąższości słupa wody w danym jeziorze biorącego udział w letnim mieszanii się wody znajduje się zawartość i szybkość obrotu soli mineralnych.

Jeziora badane należą do typu jezior rynnowych polodowcowych do typu 40 wg Hutchinsona (1957) o różnym troficznym potencjale.

Dane dotyczące powierzchni i głębokości badanych jezior przedstawia tabela 1.

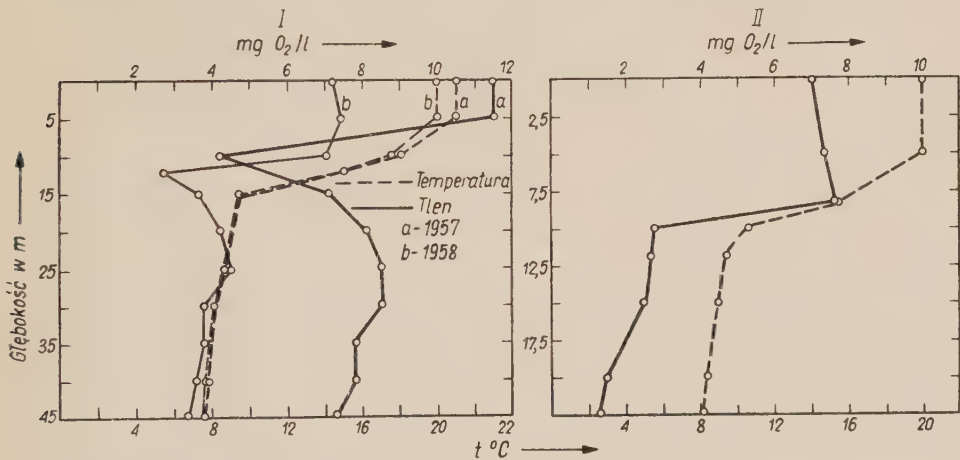
Jezioro Rajgrodzkie składa się z 4 odnóg mających kształt wydłużony. Brzegi są niskie otoczone przeważnie przez pola uprawne.

T a b e l a 1

Jezioro	Pow. w ha	Głębokość w m		Uwagi
		maks.	średn.	
Rajgrodzkie	1 919,15	51	14	przepływowe jezioro
Białe	146,37	35	15	
Krzywe	88,00	8	5	

Odnogi Stacka i Czarna Wieś — otoczone są lasami przeważnie sosnowymi. Pas oczeretów przybrzeżnych nie jest wszędzie dobrze rozwinięty. Grubość osadu dennego w odległości 300 metrów od brzegu na głębokości 6 m wynosi 1 m. Barwa osadu dennego niebieskoszara, ciemniejąca podczas przechowywania i zawartość materii organicznej w osadzie dennym waha się w granicach od 2,50/0 do 200/0 (Czeczuga 1958c).

Stosunki termiczno-tlenowe w Jeziorze Rajgrodzkim w lipcu i sierpniu 1957 i 1958 roku uwidacznia ryc. 1. Z rysunku widzimy, że epilimnion sięga przeciętnie



Ryc. 1. Stosunki termiczno-tlenowe na różnych głębokościach Jeziora Rajgrodzkiego (I) i Białego (II)
Thermal-oxygen relation in different depths of the Lakes Rajgrodzkie (I) and Białego (II)

do 10 m, metalimnion — 5 m, pozostałą część wypełnia hypolimnion. Charakterystyczna krzywa rozpuszczonego tlenu wykazuje, że minimum tlenowe znajduje się w metalimnionie. Ilość tlenu na głębokości 10 m w sierpniu 1957 r. wynosiła 4,5 mg/l, minimum tlenowe w sierpniu 1958 r. znajdowało się na głębokości 12 m, ilość tlenu na tej głębokości nie przekraczała 2,72 mg/l.

Jezioro Białe ma kształt jajowaty. Brzeg wschodni i zachodni są wysokie, południowy otoczony lasem we wschodniej części olszowym, w zachodniej — sosnowym. Dno w strefie przybrzeżnej opada gwałtownie i w odległości 10 m od brzegu głęboko-

kość sięga do 12 m. Pas oczeretów jest wąski. Według analiz 1958 r. (Czeczuga 1959) miąższość osadu dennego wspomnianego jeziora wynosi 1,7 m (na głęb. 6 m). Barwa osadu przeważnie brązowa, tylko 30 cm warstwa zalegająca na dnie pierwotnym posiada barwę niebieskoszarą. Zawartość materii organicznej w osadzie dennym jeziora waha się w granicach od 3,90% w pobliżu właściwego dna, do 210% na głębokości 1,2 m od dna obecnego. Osad denny z powierzchni dna obecnego zawiera 19,40% materii organicznej, co jest związane z procesami zachodzącymi w jeziorze w wyniku powtórnej oligotrofii. W wyniku tych procesów powstały dogodne warunki dla niektórych przedstawicieli fauny reliktovej (Czeczuga 1959). Stosunki termiczno-tlenowe podczas letniej stratyfikacji termicznej uwidacznia ryc. 1. Krzywe termiczne wskazują na małą warstwę epilimnionu (5 m) oraz zarysowujące się maksimum tlenowe w metalimnionie. Zawartość tlenu w hypolimnionie gwałtownie spada i przydennie warstwy wody tego jeziora zawierają 1.51 mg O_2/l .

T a b e l a 2

Przeciętna ilość chlorofilu, skorupiaków i wrotków w warstwie trofogennej badanych jezior

	Jezioro Rajgrodzkie	Jezioro Białe	Jezioro Krzywe
Ilość chlorofilu w mg/l	0,015	0,009	0,177
Ilość skorupiaków w tys./m ³	68,350	50,100	91,000
Ilość wrotków w tys./m ³	7,800	3,100	23,000

Jezioro Krzywe ma kształt wydłużony, brzegi są niskie, otoczone wysoką i gęstą trzciną. Grubość osadu dennego wynosi 2,8 m. (na głęb. 6 m). Ilość materii organicznej w osadzie dennym waha się od 7,50% do 300%. Latem nie obserwowano termicznej stratyfikacji. Jest to jezioro typu eutroficznego o rozwiniętym fitoplanktonie.

Przeciętną ilość zooplanktonu i chlorofilu badanych jezior ilustruje tabl. 2, a skład gatunkowy fitoplanktonu w okresie badań uwidacznia tabl. 3.

PRODUKCJA PIERWOTNA

Jezioro Rajgrodzkie

O intensywności produkcji pierwotnej w Jeziorze Rajgrodzkim w sierpniu 1957 r. referowałem na IV Zjeździe Hydrobiologów w Krakowie (Czeczuga 1958). Ilość chlorofilu w tym okresie w epilimnionie wahała się w granicach 0,020 mg/l (Czeczuga 1958a). Intensywność asymilacji, głębokość zalegania punktu kompensacyjnego, ilość zużywanego tlenu podczas destrukcji uwidacznia ryc. 2. Z powierzchni jeziora w ciągu doby w sierpniu wyzwała się przeciętnie 0,68 mg O_2/l , co w prze-

Tabela 3

Skład gatunkowy fitoplaktonu warstwy trofogennej badanych jezior

Gatunek	Jezioro Białe	Jezioro Rajgrodzkie	Jezioro Krzywe
<i>Chrysomonadineae</i>			
1. <i>Dinobryon cylindrica</i> (Imh.)			
<i>Euglenineae</i>			
1. <i>Euglena</i> sp.			
2. <i>Phacus longicauda</i> Ehr.			
<i>Cyanophyceae</i>			
1. <i>Microcystis</i> sp.			
2. <i>Chroococcus minutus</i> Kütz.			
3. <i>Gleocapsa conglomerata</i> Kütz.			
4. <i>Merismopedis glauca</i> (Ehr.)			
5. <i>Anabaena spiroides</i> Klebs.			
6. <i>Oscylatoria planktonica</i> (Wołosz).			
<i>Peridineae</i>			
1. <i>Peridinium tabulatum</i> (Ehr.)			
2. <i>Ceratium hirundinella</i> Schrank			
<i>Diatomaceae</i>			
1. <i>Fragillaria crotonensis</i> Ehr.			
2. <i>Asterionella formosa</i> Hass.			
3. <i>Asterionella gracilima</i> (Hanth.)			
4. <i>Synedra ulna</i> v. <i>donica</i> Kütz.			
5. <i>Synedra capitata</i> Ehr.			
6. <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.)			
7. <i>Navicula</i> sp.			
8. <i>Pinnularia gracillima</i> Greg.			
9. <i>Amphora ovalis</i> Kütz.			
10. <i>Cymbella affinis</i> Kütz.			
11. <i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.)			
12. <i>Cymbella helvetica</i> Kütz.			
13. <i>Cymbella tumida</i> Breb.			
14. <i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.			
15. <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.			
16. <i>Epithemia zebra</i> (Ehr.)			
17. <i>Cymatopleura solea</i> Breb.			
18. <i>Surirella elegans</i> Ehr.			
19. <i>Surirella</i> sp.			
20. <i>Centronella Reicheltii</i> Voigt			
<i>Conjugatae</i>			
1. <i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (Nordst.)			
2. <i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs.			
3. <i>Staurastrum polimorphum</i> Breb.			

(d.c. tabl. 3)

Gatunek	Jezioro białe	Jezioro Rajgrodzkie	Jezioro krzywe
<i>Chlorophyceae</i>			
1. <i>Pediastrum duplex</i> Meyen		×	
2. <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lag.		×	
3. <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>clathratum</i> Al. Br.			×
4. <i>Pediastrum Boryanum</i> (Turp.)		×	
5. <i>Tetraedron longispinum</i> (Perty).			×
6. <i>Tetraedron hastatum</i> (Rab.)		×	
7. <i>Scenedesmus</i> sp.			
8. <i>Actinastrum Hantzschii</i> Lag.			×
9. <i>Selenastrum gracile</i> Rein.		×	

× — ponad 100 w litrze.
 ×× — ponad 1000 w litrze.
 ××× — ponad 10000 w litrze.

liczeniu na ilość zasymilowanej glikozy odpowiada 0,637 mg. Trofogenna warstwa sięgała do 3 m głębokości epilimnionu.

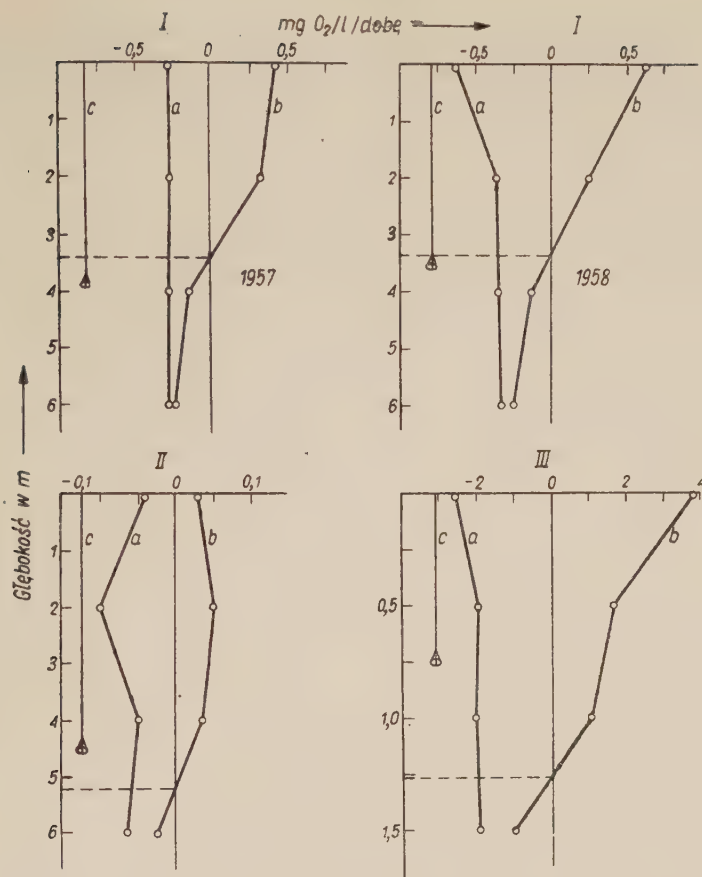
W roku 1958 badano intensywność asymilacji w maju i sierpniu. Ilość chlorofilu w maju wahała się w granicach od 0,018 do 0,023 mg/l co stanowi przeciętnie 0,0205 mg/l. Buteleczkę były ustawiane na głębokości 0,5 m i na powierzchni. Wyniki obserwacji są przedstawione w tabeli 4.

Na podstawie przeciętnych danych dotyczących wydzielonego tlenu można obliczyć ilość wytwarzanej glikozy w litrze wody w ciągu doby. W maju ilość wytwarzanej glikozy wynosi: na powierzchni 0,400 mg, na głębokości 0,5 m — 0,391 mg glikozy litr/dobę.

W sierpniu buteleczki były ustawiane na głębokościach: 0 (pow.), 2 m, 4 m, 6 m.

Intensywność asymilacji, destrukcji, oraz właściwą produkcję pierwotną w sierpniu uwidacznia tabela 5. Przeciętne maksymalne wielkości oraz przezroczystość J. Rajgrodzkiego uwidacznia ryc. 2.

Zużycie tlenu na destrukcję na powierzchni waha się od 0,58 do 0,30 mg O₂/l w ciągu doby. Właściwa produkcja w sierpniu wynosiła przeciętnie na powierzchni 0,58, na głębokości 2 m — 0,24, na głębokości 4 m — minus 0,17, oraz na głębokości 6 m — minus 0,24 mg O₂/l/dobę. W dni optymalnej asymilacji wielkości te wynoszą na powierzchni — 0,98, na głębokości 2 m — 0,52, na głębokości 4 m — 0,02 oraz na głębokości 6 m — minus 0,13 mg O₂/l/dobę. Jak wykazano na ryc. 2, trofogenna warstwa wynosi przeciętnie 3,2 m, w warunkach optymalnych powiększa się do 4,3 m.



Ryc. 2. Właściwa produkcja, destrukcja i przezroczystość jeziora Rajgradzkiego (I), Białego (II) i Krzywego (III)

Pionowa linia oznacza głębokość w metrach, pozioma — różnicę między zawartością tlenu w wodzie butelek zaciemnionych (a) i nie zaciemnionych (b) a początkową ilością tlenu. Za zero (pionowa linia 0) dla każdej głębokości wzięto początkową ilość tlenu. Przestrzeń zawarta między krzywą a i krzywą b oznacza ogólną fotosyntezę. Linia przerywana (pozioma) oznacza grubość warstwy trofogennej; c — przeciętna przezroczystość krążka Secchi w metrach

Actual production, destruction, and transparency of the Lakes Rajgradzkie (I), Białe (II), and Krzywe (III).

The vertical line denotes the depth in metres, the horizontal one the difference in the oxygen content in the water in darkened bottles (a) and not darkened (b), and the original quantity of oxygen. As zero (vertical line 0) for each depth was taken the initial quantity of oxygen. The space contained between curve a and curve b denotes general photosynthesis. The broken line (horizontal) denotes the thickness of the peat formation layer. c — average transparency of Secchi disc in metres

Jezioro Białe

W jeziorze tym buteleczki ustawiane były na głębokości 10 m w następujących odstępach: na powierzchni, na głębokości 2 m, 4 m i 6 m. Dwudziestoczworogodzinne umieszczenie butelek w Jeziorze Białym nie dawało pozytywnych wyników. Proces asymilacji i destrukcji w danym jeziorze przebiega wolno i nie był łatwy do

uchwycenia. W związku z tym buteleczki były ustawiane na okres 48 godz. Otrzymane wyniki dzielono przez 2, by otrzymać natężenie procesów w okresie doby. Powyższy sposób stosuje się we wszystkich jeziorach zbliżonych do typu jezior oligotroficzych.

T a b e l a 4

Intensywność asymilacji, destrukcji oraz właściwa produkcja w ciągu doby
Jeziora Rajgrodzkiego
(podane są przeciętne z trzech punktów dla poszczególnych dni)
(w mg O₂/l)

Data	t ^o wody	Powierzchniae jeziora			Na głębokości 0,5 m			Uwagi
		Ogólna asymila- cja	des- truk- cja	właściwa produk- cja	ogólna asymila- cja	des- truk- cja	właściwa produk- cja	
16.V.58	10,1	0,81	0,34	0,47	0,83	0,38	0,45	słoneczna pogo- da
17.V.58	9,6	0,84	0,59	0,25	0,70	0,42	0,28	pogoda słonecz- na lekki wiatr
18.V.58	9,0	0,76	0,21	0,55	0,72	0,25	0,47	„ „
20.V.58	9,2	0,84	0,38	0,46	0,69	0,20	0,49	„ „
Średnia		0,81	0,38	0,43	0,74	0,31	0,42	

Intensywność asymilacji (asymilacja bezwzględna) uwidacznia tabl. 6. Przezroczystość określaną przy pomocy krążka Secchi ilustruje rycina 2.

Jak wynika z tabeli 6 na powierzchni jeziora ogólna asymilacja wynosi przeciętnie 0,07 mg O₂/l/dobę, destrukcja — 0,04 mg O₂/l/dobę, właściwa produkcja zaś — 0,03 mg O₂/l/dobę. Na głębokości 2 m wielkości te zwiększają się, tj. natężenie asymilacji i destrukcji jest większe w porównaniu do warstwy powierzchniowej. Asymilacja ogólna wynosi przeciętnie 0,15 mg O₂/l/dobę, destrukcja — 0,10 mg O₂/l/dobę, właściwa produkcja — 0,05 mg O₂/l/dobę.

Na głębokości 6 m destrukcja wynosi 0,08 mg O₂/l/dobę, asymilacja ogólna stanowi zaledwie 0,01 mg O₂/l/dobę, przeciętnie bilans właściwej produkcji ujemny — 0,07 mg O₂/l/dobę.

Jak wykazuje ryc. 2 grubość warstwy trofogennej wynosi przeciętnie 5,5 m.

Jezioro Krzywe

Buteleczki były ustawiane co 0,5 m w następujących głębokościach: na powierzchni 0,5 m, 1 m, 1,5 m.

Jak wynika z tabeli 2 Jezioro Krzywe charakteryzuje się dużą ilością chlorofilu w jednostce objętości wody. Wyniki analiz chlorofilu w 1958 r. są nieco mniejsze od wyników w 1957 r. Ilość chlorofilu w miesiącach letnich 1957 roku wahała się w granicach od 0,154 do 0,430 mg/l (Czczuga 1958 a).

Intensywność asymilacji, destrukcji oraz właściwą produkcję fitoplanktonu Jeziora Krzywego przedstawia tabela 7.

Tabela 5

Intensywność asymilacji, destrukcji oraz właściwa produkcja w ciągu doby na poszczególnych głębokościach Jeziora Rajgrodzkiego
(podane są przeciętne z trzech punktów dla poszczególnych dni)
(w mg O₂/l)

Data	Powierzchnia			2 m			4 m			6 m		
	ogólna asymilacja	destrukcja	właściwa produkcja	ogólna asymilacja	destrukcja	właściwa produkcja	ogólna asymilacja	destrukcja	właściwa produkcja	ogólna asymilacja	destrukcja	właściwa produkcja
12.VIII.58	1,36	0,46	0,90	0,62	0,30	0,32	0,06	0,34	-0,28	0,00	0,18	-0,18
13.VIII.58	0,92	0,51	0,41	0,54	0,33	0,21	0,18	0,29	-0,11	0,13	0,37	-0,24
14.VIII.58	0,84	0,52	0,32	0,58	0,46	0,12	0,23	0,46	-0,23	0,03	0,44	-0,41
16.VIII.58	1,28	0,99	0,29	0,09	0,04	0,05	0,05	0,29	-0,24	0,12	0,25	-0,13
18.VIII.58	1,42	0,44	0,98	0,90	0,38	0,52	0,26	0,24	0,02	0,07	0,31	-0,24
	1,164	0,584	0,58	0,546	0,302	0,244	0,156	0,324	-0,17			

Tabela 6

Intensywność asymilacji, destrukcji oraz właściwa produkcja w ciągu doby na poszczególnych głębokościach Jeziora Białego
(podane są przeciętne z trzech punktów dla poszczególnych dni)
(w mg O₂/l)

Data	Powierzchnia			2 m			4 m			6 m		
	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja
17.VIII.58	0,10	0,06	0,04	0,08	0,05	0,03	0,06	0,03	0,03	0,01	0,09	—0,08
19.VIII.58	0,08	0,02	0,06	0,23	0,11	0,12	0,14	0,05	0,09	0,00	0,07	—0,07
21.VIII.58	0,04	0,04	0,00	0,15	0,15	0,00	0,06	0,08	0,02	0,02	0,07	—0,05
	0,07	0,04	0,03	0,15	0,10	0,05	0,09	0,05	0,035	0,01	0,08	—0,07

Tabela 7

Intensywność asymilacji, destrukcji oraz właściwa produkcja w przeciągu doby na poszczególnych głębokościach Jeziora Krzywego
(podane są przeciętne z trzech punktów dla poszczególnych dni)
(w mg O₂/l)

Data	Powierzchnia			0,5 m			1 m			1,5 m		
	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja	ogólna asymi- lacja	destruk- cja	właściwa produkcja
15.VIII.58	5,23	3,00	2,23	3,10	1,93	1,17	3,25	2,00	1,25	0,99	1,52	-0,53
18.VIII.58	7,10	2,18	4,92	4,08	2,35	1,73	2,70	1,75	0,95	0,90	2,10	-1,20
20.VIII.58	6,89	2,43	4,46	3,57	1,48	2,09	3,35	2,25	1,10	1,18	2,30	-1,12
	6,41	2,54	3,87	3,58	1,92	1,66	3,10	2,00	1,10	1,02	1,97	-0,95

Z tabeli 7 wynika, że intensywność asymilacji fitoplanktonu w Jeziorze Krzymym w porównaniu do zachodzącej w Jeziorze Rajgrodzkim i J. Białym jest największa. Na powierzchni jeziora asymilacja ogólna wynosi przeciętnie 6,41 mg O₂/l/dobę, destrukcja — 2,54 mg O₂/l/dobę, właściwa produkcja 3,87 mg O₂/l/dobę. Na głębokości 0,5 od powierzchni ogólna i właściwa produkcja są prawie o połowę mniejsze niż na powierzchni tego jeziora, na głębokości 1,5 m asymilacja ogólna stanowi 1,02 mg O₂/l/dobę, zaś bilans właściwej produkcji jest ujemny (—0,95 mg O₂/l/dobę).

Przeciętną szybkość asymilacji, destrukcji oraz przezroczystość jeziora Krzywego uwidacznia wykres na ryc. 2.

Przezroczystość mierzona przy pomocy krążka Secchi w okresie badań wynosiła zaledwie 0,75 m, to też i grubość warstwy trofogennej przekracza 1 m.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Produkcja pierwotna, tj. ilość powstającej substancji organicznej w wyniku asymilacji jest uzależniona od czynników ekologicznych środowiska wodnego, które ukształtowało się w procesie historycznym danego jeziora. Ilość produkcji pierwotnej jest jak gdyby wypadkową szeregu czynników o różnym natężeniu, wpływających na asymilację fitoplanktonu.

Intensywność asymilacji fitoplanktonu nie może być uzależniona od jednego czynnika i nie ma podstaw do twierdzenia, że ten lub inny czynnik może posiadać większe lub decydujące znaczenie. Decydujące czynniki są różne dla poszczególnych jezior, a nawet dla tegoż samego jeziora w różnych porach roku, to też uzasadnione są próby niektórych hydrobiologów (Ohle 1955, 1956, Elster 1955, Winberg 1957, 1959) oparcia podstaw klasyfikacji jezior na ilości i szybkości produkowania materii organicznej. Nie zawsze krzywa pionowa tlenu lub indykatory fito- lub zooplanktonu mogą wskazywać na zasoby troficzne danego jeziora. Z podobnymi trudnościami spotkali się Ruttner (1931) i Thienemann (1931) pracując nad hydrobiologią jeziora Tobo (Sumatra), należącego wg klasyfikacji Hutchinsona (1957) do typu 16 jezior powstałych w wyniku wulkano-tektonicznych ruchów skorupy ziemskiej. Na podstawie analiz hydrologicznych Ruttner zaliczył jezioro Tobo do typu jezior oligotroficznych, natomiast Thienemann biorąc pod uwagę wskaźniki biologiczne — do typu jezior eutroficznych. O podobnych trudnościach pisze Greze (1958) badając produkcję jeziora Tajmyr. Na przykładzie Jezior Rajgrodzkich również można zauważyć w.w. sprzeczności.

Ryc. 1 ilustruje przeciętne zawartości tlenu w poszczególnych warstwach Jeziora Rajgrodzkiego i Białego w sierpniu 1958 r.

Na podstawie krzywej zawartości tlenu w wodzie (ryc. 1) Jezioro Białe zaliczyć należy do jezior typu eutroficznego, ponieważ w hypolimnionie istnieje znaczny deficyt tlenowy. W rzeczywistości jednak Jezioro Białe, wg produktywności materii organicznej, przezroczystości, barwy wody, bardzo małej pierwotnej produkcji oraz występowania przedstawicieli fauny reliktovej, zbliżone jest do typu jezior

eligitroficznych. Jezioro Rajgrodzkie mimo znacznej ilości tlenu w hypolimnionie zbliżającego je do typu oligotroficznego jest jeziorem o większej produktywności, a ilość chlorofili w jednostce objętości jest dwa razy większa niż w Jez. Białym (Czczuga 1958a). Jezioro Białe jest zasilane przez wody gruntowe i może tym tłumaczyć się, że hypolimnion jego jest ubogi w tlen.

Porównując przeciętną zawartość chlorofilu z maksymalną intensywnością asymilacji widzimy, że Jezioro Krzywe przeciętnie zawiera dziesięciokrotnie większą ilość chlorofilu w jednostce objętości wody niż Jez. Rajgrodzkie. Wydawałoby się, że intensywność asymilacji powinna być dziesięciokrotnie większa, tj. wynosić mniej więcej 15 mg O_2 /l/dobę. W rzeczywistości ogólna asymilacja Jeziora Krzywego wynosi zaledwie (maksymalna) 7,10 mg O_2 /l/dobę. Z powyższego wynika, że nie ma ścisłej zależności między ilością chlorofilu a intensywnością asymilacji.

T a b e l a 8

Ogólna asymilacja fitoplanktonu badanych jezior w ciągu doby wyrażona w g glikozy, węgla, lub kg kalorii na m² lustra wody

Lp.	Jezioro	Przezroczystość w m.	Ogólna asymilacja fitoplanktonu w g O_2 /m ² dobę	Produkcja glikozy w g/m ² /dobę	Produkcja węgla w g/m ² /dobę	Kg Kal. energii na m ² /dobę	Grubość trofogenicznej warstwy (maksym.)
1	Białe	4,5	0,64	0,60	0,24	2,25	6
2	Rajgrodzkie	3,5	3,75	3,52	1,41	13,16	4
3	Krzywe	0,75	14,11	13,23	5,29	49,53	1,5

Tabela 8 przedstawia ogólną syntezę materii organicznej przez fitoplankton w m² słupa wody w przeliczeniu na ilość glikozy, węgla oraz kg kalorii. W przeliczeniach korzystałem z współczynników zamieszczonych w pracy Winberga (1959), w której autor przyjmuje, że 1 mg O_2 odpowiada 0,937 mg glikozy, a 1 mg glikozy odpowiada 0,4 mg C. Jak widać z tej tabeli ogólna asymilacja (bez uwzględnienia destrukcji) najmniejsza jest w Jeziorze Białym (0,64), największa w J. Krzywym (14,11 g O_2 /m²/dobę). Produkcja glikozy w Jeziorze Białym wynosi 0,60, w Rajgrodzkim — 3,52 i w Krzywym — 13,23 g/m²/dobę. W przeliczeniu na węgiel przedstawia się następująco: Jezioro Białe — 0,24, Rajgrodzkie — 1,41 oraz Krzywe — 5,29 g C/m²/dobę. Otrzymane wyniki można porównać z danymi Rodhe (cyt. Winberg 1959) dla niektórych jezior Szwecji. W jeziorze Erken 7.VI.1955 roku produkcja C na m²/dobę wynosiła 0,172 g w warunkach miąższości warstwy trofogenicznej równej 10 m, w jeziorze Gerweln 1.VI.1955 r. produkcja C sięgała 0,926 g/m²/dobę — trofogeniczna warstwa 6 m.

W innych warunkach nad produkcją pierwotną pracowali Comita i Edmondson (1953). W niedużym jeziorze Imikauk (Alaska), o maksymalnej głębokości 2,7 m i przezroczystości 2—2,5 m, wymienieni autorzy otrzymali przeciętnie w okresie

sierpień — wrzesień 1952 — 0,154 mg O_2 /l/dobę, lub 0,75 g O_2 /m²/dobę. Natomiast asymilacja ogólna (maksymalna) oligotroficznego jeziora Bare (Alaska) wg danych Nelson i Edmondson (1955, cyt. Nelson 1958) wahała się w granicach od 0,39 do 0,74 mg O_2 /l/dobę.

Steemann-Nielsen (1955 cyt. Winberg, 1958) badał metodą zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek produkcję pierwotną jeziora Søllerød o powierzchni 15 ha, maksymalnej głębokości 7 m, termoklina zalegała na głębokości 3—4 m. Obserwacje były prowadzone w latach 1943—44, buteleczki były napełniane wodą z powierzchni jeziora i ustawiane w odpowiednich głębokościach. Maksymalna wielkość asymilacji ogólnej odpowiadała 10 g glikozy, tj. 10,7 g O_2 /m²/dobę. W jeziorze Białym (ZSRR) wg Winberga (1934) asymilacja ogólna w sierpniu wynosiła 4,73, destrukcja 3,50, właściwa produkcja — 1,83 g O_2 /m²/dobę. Szyrszow (1938) stwierdza, że w Morzu Karskim w drugiej połowie sierpnia ogólna asymilacja wynosiła 0,018 ml O_2 /l/godzinę, zaś w Morzu Syberyjskim w pierwszej połowie września 0,053 ml O_2 /l/godzinę. Dobrzanskaja (1954) badając pierwotną produkcję Morza Czarnego metodą zaciemnionych i nie zaciemnionych butelek wykazała, że w kwietniu w powierzchniowych warstwach asymilacja ogólna wynosi 0,85, w maju 1,30 i w czerwcu 1,38 ml O_2 /l/dobę. Prowse i Talling (1958) badając dynamikę fitoplanktonu Białego Nilu, w którym dominowała *Melosira granulata* i *Anabaena flos-aquae* var. *intermedia* f. *spiroides*, stwierdzili, że w okresie maksymalnego występowania tych glonów (w przybliżeniu 1 mg suchej masy) przeciętna intensywność asymilacji wynosiła 2,2 g węgla /m²/dobę.

T a b e l a 9
Stosunek ogólnej asymilacji fitoplanktonu do
destrukcji badanych jezior

Lp.	Jezioro	Ogólna asymilacja / /Destrukcja
1	Krzywe	2,52
2	Rajgrodzkie	2,00
3	Białe	1,50

Hogetsu i Ichimura (1954) donoszą, że w eutroficznym jeziorze Suwa (Japonia) o maksymalnej głębokości 6,5 m asymilacja ogólna w ciągu 1949 roku wynosiła 608 g O_2 /m²/rok.

Stosunek ogólnej syntezy masy organicznej do destrukcji jej na powierzchni jezior przedstawia tabela 9. Stosunek ten daje ogólną orientację, jak wielkie są różnice pomiędzy asymilacją a destrukcją. Wskaźnik ten dla Jeziora Krzywego wynosi 2,5, dla Rajgrodzkiego 2,0, dla Białego 1,5, dla Jeziora Narocz 1,6 (wg Winberga 1959). Należy mniemać, pisze Winberg, że głównym producentem materii organicznej w jeziorach o podobnym wskaźniku są prawdopodobnie makrofity, a nie fitoplankton.

Ważnym wskaźnikiem dotyczącym produkcji materii organicznej jest tzw. liczba asymilacyjna wskazująca ilość jednostek wagowych CO_2 pobranego w procesie asymilacji przypadających na jednostkę chlorofilu w ciągu godziny. W 3 rubryce tabeli 10 są podane przeciętne ilości chlorofilu w mg w litrze wody warstwy trofogennej. Jak wynika z 4 rubryki tabl. 10 największą liczbę asymilacyjną ma fitoplankton Jeziora Rajgrodzkiego (10,03), najmniejszą — fitoplankton Jeziora Białego (2,7), J. Krzywego natomiast — 4,99. Przeciętna liczba asymilacyjna dla badanych jezior wynosi 5,9. Podobne wskaźniki otrzymali Manning i Juday (1941) badając intensywność asymilacji i zawartość chlorofilu w fitoplanktonie różniących się pod względem troficzności jezior stanu Wisconsin. Obliczyli oni ilość wytwarzanego tlenu na jednostkę chlorofilu w ciągu godziny. Wskaźnik ten wahał się w granicach od 3,1—13,7 (przeciętnie przyjęto 7). Jeżeli przeciętny wskaźnik 7 pomnożyć przez 1,375 (Winberg 1959), to otrzymamy przeciętną liczbę asymilacyjną dla jezior stanu Wisconsin 9,6. Gessner (1943) podaje, że dla jezior Bawarii liczba asymilacyjna waha się w granicach od 2,6 do 9,0 i wynosi przeciętnie 5,85. Jak widzimy przeciętna liczba asymilacyjna jezior rajgrodzkich jest zbliżona do liczby asymilacyjnej jezior bawarskich.

T a b e l a 10

Liczby asymilacyjne oraz przyrost suchej masy fitoplanktonu badanych jezior

Lp.	Jezioro	Przeciętna zawartość chlorofilu w mg/l.	$\frac{\text{mg CO}_2}{\text{mg chlor.}}$ /godz. (liczba asymilacyjna)	$\frac{\text{mg CO}_2}{\text{mg chlor.}}$ /dobę (LAD)	Przyrost suchej masy fitoplanktonu
1	Rajgrodzkie	0,015	10,03	130,39	2,84
2	Krzywe	0,177	4,99	64,87	1,42
3	Białe	0,009	2,70	28,60	0,62
	Średnia	0,068	5,90	74,62	1,63

Interesujące jest porównanie otrzymanego wskaźnika w stosunku do roślinności lądowej, który wg Rabinowitcha (1951) waha się w granicach od 6 do 14. Natomiast dla *Chlorella* wyhodowanej w optymalnych warunkach liczba asymilacyjna sięga nawet do 40 (Tamiya 1957).

Winberg (1959) podaje liczby asymilacyjne dla szeregu jezior, które wynoszą od 2,8 (Miadzioł) do 13,5 (Drywiaty), przeciętnie wskaźnik ten wynosi 7.

Mając liczby asymilacyjne (w ciągu godziny) można obliczyć liczbę asymilacyjną za okres doby (LAD), co pozwoli przy stosowaniu wzoru Winberga (1959)

$$(\text{LAD} \cdot 0,7273) \cdot 0,03$$

obliczyć w przybliżeniu przyrost suchej masy fitoplanktonu w ciągu doby.

Zakładając, że ilość chlorofilu stanowi 3% suchej masy fitoplanktonu i że asymilacja w ciągu doby w okresie moich badań (sierpień) odbywała się przeciętnie 13 godz. — LAD dla Jezior Rajgrodzkich przedstawione są w 5 rubryce tabeli 10.

LAD (liczba asymilacyjna doby) dla Jeziora Rajgrodzkiego wynosi 130,39, dla Krzywego — 64,87, oraz dla Jeziora Białego — 28,60.

Rubryka 6 tabeli 10 przedstawia przyrost suchej masy w okresie doby w warstwach powierzchniowych poszczególnych jezior (wskaźniki te dla warstwy trofogennej będą nieco mniejsze).

Największy przyrost suchej masy fitoplanktonu odbywa się w Jeziorze Rajgrodzkim. W ciągu doby w sierpniu 2,84 razy zwiększa się produkcja suchej masy fitoplanktonu, czyli produkcja suchej masy w ciągu doby wynosi 2840/0 obecnej w jeziorze suchej masy fitoplanktonu. Dla Jeziora Krzywego wskaźnik ten wynosi 1,42, czyli — 1420/0, dla Jeziora Białego — 0,62, tj. 620/0. W Jeziorze Białym w ciągu doby w wyniku procesu asymilacji przyrasta tylko połowa suchej masy fitoplanktonu obecnego w danej chwili w tym jeziorze.

Tabela 11

Procent wykorzystania energii słonecznej przez fitoplankton jezior w ciągu doby

Lp.	Jezioro	Data obserwacji	Maksymalna produkcja za dobę k. kal./m ²	% wykorzystania energii	Autor
1	Białe k. Rajgrodu	15—21.VIII.1958	2,25*	0,09	Czczuga
2	Rajgrodzkie k. Rajgrodu	15—21.VIII.1958	13,16*	0,46	„
3	Krzywe k. Rajgrodu	15—21.VIII.1958	49,53*	1,74	„
4	Czarne (ZSRR)	VI.1937	31,5	0,77	Winberg, 1948
5	Białe (ZSRR)	VIII.1933	16,6	0,55	„
6	Szczytowo (ZSRR)	7—10.VIII.1937	6,3	0,32	„
7	Kołomno (ZSRR)	23—27.VIII.1937	4,9	0,17	„
8	Białe II (ZSRR)	3—6.VIII.1937	1,3	0,04	„

* Przeciętne wielkości

Miedzy ilością wydzielonego tlenu w procesie asymilacji a ilością związanej energii słonecznej jest ścisła zależność, to też można obliczyć procent wykorzystania energii słonecznej przez fitoplankton w poszczególnych jeziorach. Procent ten w jeziorach rajgrodzkich oraz innych ilustruje tabela 11. W obliczeniach moich przyjąłem wg Kalitina (1935, 1938), że przeciętnie w ciągu doby w sierpniu ogólne nasłonecznienie wynosi 285 g kal/cm² powierzchni. Wykorzystanie energii słonecznej przez fitoplankton Jeziora Krzywego jest przeszło dwukrotnie większe od wskaźników dodanych przez Winberga. Należy zaznaczyć, że w warunkach laboratoryjnych Wassink i in. (1953) hodując kulturę *Chlorella* otrzymali maksymalne wykorzystanie energii świetlnej równe — 23,50/0 (sztuczne oświetlenie o intensywności 1500—3000 luks.). Natomiast trawa wysiana jednocześnie z założeniem kultury *Chlorella*, na glebie nawożonej, wg obliczeń autorów, dała wskaźnik wykorzystania energii świetlnej równy tylko 2,60/0.

Tabela 12

Procent wykorzystania energii słonecznej przez fitoplankton poszczególnych jezior w ciągu roku

Lp.	Zbiornik wodny	Przeciętne nasłonecznienie (roczne) wg kal. cm ² powierzchni	‰ wykorzyst. energii słonecznej w ciągu roku	Autor	Uwagi
1	Jezioro Białe k. Rajgrodu	77 000	0,03	Czczuga, 1959	
2	Jezioro Rajgrodzkie k. Rajgrodu	77 000	0,18	„	
3	Jezioro Krzywe k. Rajgrodu	77 000	0,64	„	
4	Morze Bałtyckie (Helsingør)	70 000	0,065	Nielsen, 1937	wg Winberga, 1958a
5	Morze Bałtyckie (Kattegat)	70 000	0,60	„	
6	Morze Syberyjskie i Karskie	56 000	0,29—0,35	Szirsow, 1938	
7	Jeziora stanu Wisconsin (USA)	?	0,043—0,38	Manning, 1937	wg Winberga, 1948
8	Jezioro Linsley (USA)	216 000	0,056	Riley, 1940	„
9	Jezioro Mendota (USA)	119 000	0,27	Juday, 1940	
10	Ocean Atlantycki (zalew Long-Island)	130 000	0,58—0,82	Riley, 1941	
11	Ocean Atlantycki	120 000	0,25—0,38	„	
12	Jezioro Cedar-Big (USA)	?	0,10	Lindeman, 1942	
13	Jezioro Czarne (ZSRR)	77 000	0,40	Winberg, 1948	
14	Jezioro Białe I (ZSRR)	77 000	0,24	„	
15	Jezioro Szczytowo (ZSRR)	77 000	0,12	„	
16	Jezioro Kołomno (ZSRR)	77 000	0,06	„	
17	Jezioro Białe II (ZSRR)	77 000	0,02	„	
18	Jezioro w Danii (nawożone cieczą kolektora)	70 000(?)	0,70	Nielsen-Steemann, 1955	wg Winberga, 1958a
19	Jezioro Mendota	?	0,27	Lindeman, 1942	
20	Jezioro Suwa (Japonia)	0,210*	0,22	Hogetsu k.a. Ichimura, 1954	

* h. kal./cm²/min.

Tabela 12 ilustruje procent wykorzystania energii słonecznej przez fitoplankton w okresie rocznym. Za sumę roczną nasłonecznienia przyjąłem wg Kalitina (1935) 77 000 g/kal/cm² powierzchni. Ponieważ maksymalna produkcja tlenu w ciągu doby (lipiec-sierpień) stanowi około 10‰ ogólnej produkcji rocznej (Winberg 1948, 1959), obliczyłem ilość pochłanianej energii słonecznej w okresie rocznym oraz procent rocznego nasłonecznienia. Z obliczeń tych wynika, że fitoplankton J. Białego wykorzystuje w ciągu roku około 0,030‰ energii słonecznej, fitoplankton Jeziora Rajgrodzkiego — 0,180‰, oraz fitoplankton Jeziora Krzywego — 0,640‰. Wykorzystanie energii słonecznej w ‰ przez fitoplankton innych zbiorników wodnych podane jest w tabeli 12, z której też wynika, że wykorzystanie energii słonecznej w ciągu roku waha się w granicach od 0,020‰ (Jezioro Białe II, ZSRR, Winberg

1948), do 0,820/0 (Zalew Long Island oceanu Atlantyckiego, Riley 1941). Dane zawarte w tabeli 12 wskazują, że wykorzystanie energii słonecznej w ciągu roku nie przekracza jednego procenta sumy nasłonecznienia przypadającego na jednostkę powierzchni lustra wody.

Na podstawie produkcji pierwotnej jeziora rajgrodzkie zaliczyć można wg Winberga (1959) do następujących grup: Jezioro Krzywe do grupy pierwszej jezior, których asymilacja ogólna w połowie lata waha się w granicach od 5 do 10 mg O_2 /l/dobę. Są to wysoko eutrofne jeziora i najczęściej produktywne.

Jezioro Rajgrodzkie zaliczyć można do drugiej grupy jezior, których ogólna asymilacja wynosi przeciętnie w połowie lata 1—5 mg O_2 /l/dobę.

Według Winberga są to jeziora stosunkowo płytkie w zasadzie homotermiczne, których charakterystyczną cechą jest gwałtowny spadek asymilacji wraz z głębokością. Natomiast Jezioro Rajgrodzkie jest jeziorem głębokim (51 m) o wyraźnym uwarstwieniu termicznym. Ogólna asymilacja na powierzchni jeziora przeciętnie wynosi 1,164 mg O_2 /l/dobę (maksymalna 1,42). Jezioro Białe natomiast należy zaliczyć do grupy trzeciej odnoszącej się do jezior mezotroficznych i „wtórnie oligotroficznych” z dużą przezroczystością (3—6 m i więcej). Ogólna asymilacja w rzeczywistości mniejsza od 0,5 w niektórych wypadkach sięga 1,0 mg O_2 /l/dobę.

Natomiast wg tempa procesów produkcji pierwotnej (Primäraufbau) i destrukcji (Mineralisation), jak to uważa Ohle (1955), Jezioro Białe zalicza się do typu o małej (schwach) intensywności produkcji i destrukcji (I grupa — jeziora oligotroficzne).

Jezioro Rajgrodzkie — produkcja pierwotna zachodzi w szybkim tempie (stark), a destrukcja w powolnym tempie (schwach). Wg Ohle są to jeziora przejściowe między oligotroficznym typem a eutroficznym (III grupa). Do tejże grupy trzeba byłoby według Ohle zaliczyć i Jez. Krzywe. Porównując jednak ogólną asymilację, destrukcję oraz stosunek ogólnej asymilacji do destrukcji, widzimy, że Jez. Krzywe nie układa się w typologię jezior wg Ohle. W tym wypadku lepiej odpowiada klasyfikacja wg Winberga opierająca się na wielkości ogólnej asymilacji. Tylko na podstawie wielkości produkcji pierwotnej można rozpracować klasyfikację jezior. Znając intensywność zachodzących procesów, w wyniku których powstaje materia organiczna, można sądzić o warunkach panujących w danym zbiorniku i o produktywności danego jeziora.

WNIOSKI

1. Jezioro Rajgrodzkie należące do typu jezior mezotroficznych charakteryzuje się małą produkcją pierwotną. W maju na powierzchni jeziora produkcja pierwotna wynosiła 0,84 mg O_2 /l/dobę, w sierpniu 1,42 mg O_2 /l/dobę. Warstwa trofogenna nie przekracza 4 m.

2. Jezioro Białe zbliżone jest do typu jezior oligotroficznych. Produkcja pierwotna waha się w granicach 0,23—0,10 mg O_2 /l/dobę. Warstwa trofogenna wynosi w sierpniu 6 m.

3. W eutroficznym jeziorze Krzywym produkcja pierwotna sięga 7,10 mg O_2 /l/dobę, warstwa trofogenaa 1 m.

4. W słupie wody o powierzchni m^2 w miesiącach letnich produkcja węgla w ciągu doby wynosi: dla Jeziora Białego — 0,24, Rajgrodzkiego — 1,41 i dla Jeziora Krzywego — 5,29 mg.

5. W ciągu doby w sierpniu w Jeziorze Rajgrodzkim przyrost suchej masy fitoplanktonu stanowi 284⁰/₀, w Krzywym 142⁰/₀ i w Jeziorze Białym — 62⁰/₀.

6. Najwięcej energii słonecznej w ciągu roku wykorzystuje fitoplankton Jeziora Krzywego — 0,64⁰/₀, najmniej J. Białego 0,03⁰/₀. Fitoplankton Jeziora Rajgrodzkiego wykorzystuje 0,18⁰/₀ energii słonecznej.

*Zakład Biologii Akademii Medycznej
w Białymstoku*

SUMMARY

The primary production of the Rajgród Lakes, Rajgrodzkie, Białe and Krzywe was investigated using the method of darkened and not darkened bottles (Winberg 1934). The investigation was carried out August 1957, and in May and August 1958.

It can be seen from the included tables and graphs that the Rajgród Lakes differ in primary production:

1. The Białe Lake with an area of 164.37 ha, maximum depth 35 m, is similar to the oligotrophic type of lake. The transparency measured with the Secchi disc was in August. 4.5 m. In the phytoplankton of this lake during the investigation the following species predominated: *Chroococcus minutus* (Kütz), *Microcystis* sp., *Asterionella formosa* Hassal, and *Ceratium hirundinella* Schrank. The amount of chlorophyll in the layer of peat formation was on the average 0.009 mg/l. Primary production in August amounted to 0.23—0.10 mg O_2 /l per 24 hrs (maximum).

The layer of peat formation reached a depth of 6 m. In the column of water with a surface of 1 m^2 total assimilation was 0.64 g O_2 /per 24 hrs, or 0.60 g/ m^2 /per 24 hrs/glucose, or 0.24 g/C/ m^2 / 24 hrs or 2.25 kg cal/1 m^2 /per 24 hrs. The assimilation figure is 2.7. The increase of dry mass of phytoplankton during 24 hours (August) was 0.62⁰/₀. Phytoplankton of the Białe Lake used 0.03⁰/₀ of solar energy during a year.

2. The Rajgrodzkie Lake (area 1919 ha, maximum depth 51 m) is of the mesotrophic type. Primary production in May amounted to 0.84 mg O_2 /l/per 24 hrs (surface) in August 1.42 mg O_2 /l/24 hrs. The peat formation layer did not exceed 4 m. In phytoplankton of the Rajgrodzkie Lake predominated (August): *Ceratium hirundinella* Schrank, *Peridinium tabulatum* (Schr.), and *Fragilaria crotonensis* Nitton. The amount of chlorophyll in the peat formation layer oscillated in the range from 0.020 mg/l (in May) to 0.015 mg/l (in August). Transparency — 3.5 m. In the column of water with a surface of 1 m^2 general assimilation during 24 hours amounted to 3.75 g O_2 /l in the summer months: that is to say 3.52 g/l m^2 /per 24 hrs of glucose or 1.41 g/l m^2 /per 24 hrs of carbon, or 13.16 kg cal. of energy (m^2) per 24 hrs. The assimilation figure was 10.03. The increase of dry mass of phytoplankton during 24 hours was 284⁰/₀. Phytoplankton of the lake used 0.18⁰/₀ of solar energy during a year.

3. The Krzywe Lake (area 88 ha and maximum depth 8 m; average 5 m) is of the eutrophic type. The transparency measured with the Secchi disc was 0.75 m in August. In phytoplankton in that period predominated: *Oscillatoria planktonica* Wołoszcz., *Synedra ulna* var. *donica* Kütz., *Ceratium hirundinella* Schrank and *Centronella Reichelti* Voigt. The amount of chlorophyll was on the average 0.177 mg/l. Primary production in August reached 7.10 mg O₂/l/per 24 hrs. Peat formation layer — 1.2 m. In the column of water with a surface of 1 m² general assimilation was 14.11 g O₂/per 24 hrs in August, that is 13.23 g/l m²/per 24 hrs. of glucose, or 5.29 g C/l m²/per 24 hrs or 49,53 kg cal/m²/24 hrs. Assimilation figure was 4.99. The increase of dry mass of phytoplankton during 24 hrs (August) was 142⁰/₀. The phytoplankton of the Krzywe Lake used 0.64⁰/₀ of solar energy during a year.

4. Average assimilation figure for the investigated lakes was 5.9.

5. The basis for classification of the lakes should in the author's opinion be the amount of primary production, and especially the amount of actual production of phytoplankton in the lake.

LITERATURA

- Biessiemianowa N. P., 1957, O fotosintezie niektórych widów massowych form diatomowych wodorosiej Czornego moria, Tr. Siewastopol. bioł. st. 9: 20—38.
- Blinks L. R., 1955, Photosynthesis and productivity of littoral marine algae, J. Marine Res. 14 (4): 363—373.
- Charkiewicz N. S., 1953, Usłowija razwitija fitoplanktona w wodojomach bogatych guminowymi wieszczestwami, Awtorief, kand. bioł. nauk. s. 13.
- Comita G. W., Edmondson W. T., 1953, Same aspects of the limnology of an Arctic lake, Stanford Univ. Pub. Univ. Ser. Biol. Sci. 11: 7—13.
- Cushing D. H., 1957, Production of carbon in the sea, Nature (Lond) 179 (4565): 876.
- Czczuga B., 1957, Wpływ związków humusowych na zooplankton, Roczniki Akad. Medycz. w Białymstoku, Rok. III: 85—126.
- Czczuga B., 1958, Zawartość chlorofilu w Jeziorach Rajgrodzkich, IV Zjazd Hydrobiologów Polskich, 24—27.IX.58 r., Streszczenia referatów: 88—90.
- Czczuga B., 1958a, Badania ilości chlorofilu w fitoplanktonie Jezior Rajgrodzkich, Acta Soc. Bot. Pol., 27 (4): 541—561.
- Czczuga B., 1959, Zawartość chlorofilu w osadach dennych Jezior Rajgrodzkich, Acta Exp. Biolog. (w druku)
- Czczuga B., 1959, Skorupiaki reliktowe w Jeziorach Rajgrodzkich, Ekologia Polska, ser. B. 5 (2): 169—179.
- Dobrzńska M. A., 1954, K woprosu o produkcji fitoplanktona w Czornom morie po danych fotosintez. I. Intensywnost fotosintez w zawisimosti ot wremieni goda, Tr. Siewastopolskoj biolog. stancji 8: 303—314.
- Doty M. S., Oguri M., 1956. The island mass effect, J. conseil perman. internat. explorat. 22 (10): 33—37.
- Edmonson W. T., 1956, The relation of photosynthesis by phytoplankton to light in lakes, Ecology 37 (1): 161—174.
- Elster Hans-Joachim, 1955, Limnologische Untersuchungen im Hypolimnion verschiedener Seetypen, Publ. Union internat. Sci. biol. B, 19: 3—119.
- Frey D. G. and Stahl J. B., 1958, Measurements of primary production on Southamton Island in the Canadian Arctic, Limnol. a. Oceanogr. 3 (2): 215—221.

- Gessner F., 1943, Die assimilatorische Leistung des Phytoplanktons, bezogen auf seinen Chlorophyllgehalt, Z. Bot. 38: 414—424.
- Gessner F., 1949, Der Chlorophyllgehalt im See und seine photosynthetische Valenz als geophysikalisches Problem, Schweiz. Zeit. Hydrol. 11: 378—410.
- Gessner F., 1953, Die Limnologie des Naturschutzgebets secon, Arch. Hydrob. 47: 553—624.
- Greze W. N., 1957, Osnownyje czerty gidrobiologii oziera Tajmyr, Tr. Wsiesojuzn. Gidrobiolog. Obszcz. 8: 183—218.
- Hogetsu Kinji and Ichimura Schun-ei, 1954, Studies on the biological production of lake Suwa. VI. The ecological studies on the production of phytoplankton, Japan. J. Bot. 14 (2): 280—303.
- Hutchinson E., 1957, A Treatise on Limnology. Vol. I — Geography, Physics and Chemistry, New York, John Wiley a. Sons, inc. p. 1015.
- Ichimura, Schun-ei, 1956a, On the Standing Crop and Production Structure of Phytoplankton Community in some Lakes in Central Japan., Bot. Mag. Tokyo. 69 (811): 7-16.
- Ichimura Schun-ei, 1956b, On the ecological meaning of transparency for the production of matter in phytoplankton community of lake, Bot. Mag. 69 (815): 219—226.
- Iwlew W. S. i Mucharewskaja M. J., 1940, Wlijanije lunnogo swieta na fotosintiez presnowodnych wodoroslej, Dokł. A N ZSRR 86 (3): 607—609.
- Jackson D.F. and Mc Fadden J., 1954, Phytoplankton photosynthesis in Sanctuary Lake, Pymatuning Reservoir, Ecology 35:1—4.
- Juday Ch., 1940, The annual energy budget of on inland lake, Ecology 21:438—451.
- Kalitin N. N., 1935, Sołniecznaja radiacja, Priroda 7: 1—9.
- Kalitin N. N., 1938, Aktinometrija, Moskwa, 253.
- Koblenc-Miszkie O. J., 1957, O produkcji fitoplanktona w siewiero-zapadnoj czasti Tichogo okieana wiesnoj 1955 g., Dokł. A. N. ZSRR 116 (6): 1029—1032.
- Koźmiński Z., 1938, O rozmieszczeniu chlorofilu w niektórych jeziorach stanu Wisconsin w Ameryce Północnej, Arch. Hydrobiol. i Ryb. 11 (1—2): 120—163.
- Levring T., Fish G. R., 1956, The penetration of light in some tropical east african waters, Oikos. 7 (1): 98—109.
- Lindeman R. L., 1942, The trophic-dynamic aspect of ecology, Ecology 23: 399—418.
- Manning W. M., Juday Ch. and Wolf M., 1938, Photosynthesis of aquatic plants at different depths in Trout Lake Wisconsin, Tr. Wisc. Acad. Sci. Arts a. Let. 31.
- Manning W. M., Juday R. E., 1941, The chlorophyll content and productivity of some lakes in northeastern Wisconsin, Tr. Wisc. Ac. Sci. 33: 363—392.
- Marshall N., 1956, Chlorophyll a in the phytoplankton in coastal waters, J. Marine Res., 15 (1): 14—32.
- Mc Quate A. G., 1956, Photosynthesis and respiration of the phytoplankton in Sandusky Bay, Ecology, 37, 834—839.
- Müller H., 1957, Untersuchungen der Sauerstoffverhältnisse unter Eis, Z. f. Fischerei, 6 N. F., 1—7: 315—322.
- Nelson P. R., 1958, Relationship between Rate of Photosynthesis and Growth of Juvenile Red Salmon, Science 128 (3317): 205—206.
- Odum H. T., 1956, Primary production in flowing waters, Limnol. a. Oceanogr. 1: 102—117.
- Ohle W., 1955, Beiträge zur Produktionsbiologie der Gewässer, Arch. Hydrob. Suppl. 22 (3/4): 456—479.
- Ohle W., 1956, Bioactivity, Production and Energy Utilization of Lakes, Limnology a. Oceanograph. 1 (3): 139—149.
- Prowse G. A., and Talling J. F., 1958, The seasonal growth and succession of plankton algae in the White Nile, Limnol. a. Oceanogr. 3 (2): 222—238.
- Rabinowitch E. J., 1951, Photosynthesis, Interscience, New York. vol. II. pt. 1, p. 898.

- Riley G. A., 1939, Plankton studies II. The western North Atlantic, May-June, J. Mar. Res. 2: 145—162.
- Riley G. A., 1941, Plankton Studies. III. Long Island Sound, Bull. Bingham Oceanogr. Coll. 7 (3): 1—93.
- Riley G. A., 1941a, Plankton Studies. IV. Georges Bank, Bull. Bingham Oceanogr. Coll. 7 (4): 1—73.
- Rodhe W., 1956, Primary production and lake typology, Tezy k XIII kongr. Mieźdunar. obied. Limnolog. w Chielsinkach.
- Ruttner F., 1931, Die Schichtung in tropischen Seen, Verh. Int. Verein. teoret. u. angew. Limnol. 5: 44—67.
- Ryther J. H., 1956, Photosynthesis in the Ocean as a Function of Light Intensity, Limnolog. a. Oceanogr. 1 (1): 61—70.
- Ryther J. H., 1956a, The Measurement of Primary Production, Limnolog. a. Oceanogr. 1 (2): 72—84.
- Ryther J. H., 1956b, Interrelation between Photosynthesis and Respiration in the *Marine Flagellate*, *Dunaliella Euchlora*., Nature 178: 861—862.
- Ryther J. H., and Yentsch C. S., 1957, The Estimation of Phytoplankton Produktion in the Ocean from Chlorophyll and Light Data, Limnol. a. Oceanogr. 2 (3): 281—286.
- Sorokin J. I., 1956, O primienienii radioaktywnego ugleroda C^{14} dla izuczenija pierwicznej produkcji wodjomow. Tr. Wsies. hidrobiolog. o-wa, 7: 271—286.
- Stangenberg M. i Stangenberg K., 1953, Jezioro oligotroficzne bez stratyfikac jitemicznej w lecie, Kosmos s. A 66 (4): 601—615.
- Steemann Nielsen E., 1952, The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea, J. Cons. inter. Explor. Mer. 18: 117—140.
- Steemann Nielsen E., 1954, On organic production in the oceans, J. Consinter Explor. Mer. 19: 309—328.
- Steemann Nielsen E., 1955, Production of organic matter in the oceans, J. Mar. Res. 14: 374—386.
- Steemann Nielsen E., 1957, The Chlorophyll Content and the Light Utilization in Communities of Plankton Algae and Terrestrial Higher Plants, Physiologia Plantarum 10: 1009—1021.
- Suszczenia L. M., 1958, Koliczestwiennyje isledowanija troficznych wzaimootnoszenij presnowodnego zoo- i fitoplanktona, Awtoref. dissert., Mińsk, s. 16.
- Szczerbakow A. P., 1953, Produkcja organiczeskiego wieszczstwa fitoplanktona w Głubokom ozie, Tr. Wsiesojuzn. Gidrobiolog. Obszczestwa 5: 224—253.
- Szirsow P. P., 1938, Opyt opredielenija produktiwnosti polarnych morej po fotosintiezu, Naucz. rezultaty rabot ekspiedicji na „Czeluskinie” i w Łagierie Szmidta 1: 237—247.
- Talling J. F., 1955, The Relative Growth Rates of Three Plankton Diatoms in Relation to Underwater Radiation and Temperature, Annals of Botany N. S. 19(75): 329—341.
- Talling J. F., 1957, Photosynthetic characteristics of some freshwater plankton Diatoms in relation to underwater radiation, The New Phytologist 56: 29—50.
- Talling J. F., 1957a, The Phytoplankton population as a compound photosynthetic system, The New Phytologist 56: 133—149.
- Tamiya H., 1957, Mass Culture of Algae, Ann. Rev. of Plant. Phys. 8: 309.
- Thienemann A., 1931, Tropische Seen und Seetypenlehre, Arch. Hydrobiol., Suppl. 9: 205—231.
- Verduin J., 1952, Photosynthesis and growth rates of two diatom communities in western Lake Erie, Ecology 33: 163—169.
- Verduin J., 1954, Phytoplankton and turbidity in western Lake Erie, Ecology 35: 550—561.
- Verduin J., 1956, Energy fixation and utilization by natural communities in western Lake Erie, Ecology 37: 40—50.
- Verduin J., 1956a, Primary Production in Lakes, Limn. a. Oceanogr. 1 (2): 85—91.

- Wassink E. C., Kok B., Oorschott J. L., 1953, The efficiency of *Chlorella* culture as compared with higher plants, Algal culture from laboratory to pilot plant, John Burlew (ed.), 1935, Cornegie inst. of Washington publ., N 600, IX + 357, Washington, p. 55—62.
- Winberg G. G., 1934, Opyt izuczenija fotosintieza i dychanija w wodnoj masie oziera. K woprosu o balansie organiczeskiego wieszczstwa. Soobszczeniye I, Tr. Limnolog. st. w Kosinie 18: 5—24.
- Winberg G. G., 1936, Niekotoryje obszczyje woprosy produktiwnosti ozior, Zoolog. żurn. 15: 587—603.
- Winberg G. G., 1948, Effiektiwnost' utilizacji sołniecznoj radiacji planktonom, Priroda 12: 29—35.
- Winberg G. G., 1953, Materiały k hidrochemicznej charakteristykje ozior Naroczajnskoj grupy, Ucz. zap. B.G.U. wyp. 17. ser. biol. 11—19.
- Winberg G. G., 1956, Pierwicznaja produktiwnost' planktona, Żurn. Obszczej biologii 17 (5): 364—376.
- Winberg G. G., 1957, Znaczenije nowych mietodow limnologiczeskiego issledowanija dla razrabotki tipologii ozier, Piataja Naucz. Konf. po izucz. Wnutr. wodojom. Pribaltiki (16—20 aprila 1957), Tezisy dokładow: 6—9.
- Winberg G. G., 1958, Quelques questions concernant les méthodes de l'investigation de la production primaire du plancton, basée sur des travaux exécutés en URSS, Rapp. et Proc. Verb. Cons. Internat. Explor. de la Mer 144: 65—69.
- Winberg G. G., 1959, Pierwicznaja produkcja wodojomow, Minsk, S. 350. Izd. A. N. BSSR.
- Winberg G. G., Jarowicina L. J., 1939, Sutocznyje kolebanija rastworiennoego kisłoroda kak mietod izmierienija wieliczyny pierwicznej produkcji wodojomow, Tr. Limnolog. st. w Kosinie 22: 128—153.
- Winberg G. G., i Siwko T. N., 1953a, Opredielenije sodierżanija chlorofila w planktonie, Izwiest. Akad. Nauk BSSR 3: 61—74.
- Wood E. J. Ferguson, 1956, Considerations on productivity, Jour. Conseil Perm. Internatl. Explor. Mer. 21 (3): 280—283.
- Wotincew K. K., 1952, Energiya fotosintieza i sezonnyje izmienienija biomasy *Melosira baicalensis* Visl., Dokł. AN ZSRR. 86 (3): 607—609.
- Wotincew K. K., 1953, Sutocznyj chod kisłoroda i pierwicznej produkcji w wierchniom słoje oz. Bajkał, Dokł. A.N. ZSRR 88 (1): 149—151.
- Wotincew K. K., i Samarina A. W., 1957, Kisłorodnyj režim oziera Bajkał, Tr. Wsiesojuzn. Gidrobiolog. obszcz. 7: 288—304.
- Yentsch C. S. a. Ryther J. H., 1957, Short-Term Variations in Phytoplankton Chlorophyll and Their Significance, Limnol. a. Oceanogr. 2 (2): 140—142.

WARUNKI PRENUMERATY

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE — KWARTALNIK

Cena w prenumeracie zł 140 — rocznie, zł 70 — półrocznie

Zamówienia i wpłaty przyjmują:

1. Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch, Warszawa, ul. Srebrna 12, konto PKO nr 1-6-100.020.

2. Urzędy pocztowe.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę — 40% drożej, Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Przedsiębiorstwo Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch“, Warszawa, ul. Wilcza 46, konto PKO nr 1-6-100.024. Bieżące numery do nabycia we wszystkich kioskach „Ruchu“ a szczególnie w niżej podanych placówkach „Ruchu“, w księgarniach naukowych „Domu Książki“, we Wzorcowni ORWN PAN, oraz we Wzorcowni PWN.

Informacji w sprawie sprzedaży egzemplarzy z poprzednich lat udziela Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch“, Dział Handlowy, Warszawa, Srebrna 12 oraz Wzorcownia PWN, Warszawa, ul. Miodowa 10.

PLACÓWKI „RUCHU“

Warszawa, ul. Nowo-piękna 3
Warszawa, ul. Nowy Świat 72,
Pałac Staszica
Warszawa, ul. Wiejska 14
Białystok, ul. Lipowa 1
Bielsko Biała, skl. nr 1, ul. Lenina 7
Bydgoszcz, ul. Armii Czerwonej 2
Bytom, sklep nr 39, Pl. Kościuszki
Chorzów, ul. Wolności 54
Ciechocinek, kiosk nr 4
„Pod Grzybkiem“
Częstochowa, II Aleja 26
Gdańsk, ul. Długa 33/34
Gdynia, ul. Świętojańska 27
Gliwice, ul. Zwycięstwa 47
Gniezno, ul. Mieczysława 31
Grudziądz, ul. Mickiewicza, sklep nr 5
Inowrocław, ul. Marchlewskiego 3
Jelenia Góra, ul. 1 Maja 1
Kalisz, ul. Śródmiejska 3
Katowice, Zach. ul. 3 Maja 28
Kielce, ul. Sienkiewicza 22
Koszalin, ul. Zwycięstwa 38
Kraków, Rynek Główny 32
Krynica, Stary Dom Zdrojowy

Lublin, Krak. Przedmieście 29
Nowy Sącz, ul. Jagiellońska 10
Łódź, ul. Piotrkowska 200
Olsztyn, Pl. Wolności (kiosk)
Opole, Rynek — sklep nr 76
Ostrów Wlkp., ul. Partyzancka 1
Płock, ul. Tumska, kiosk nr 270
Poznań, ul. Dzierżyńskiego 1
Poznań, ul. Głogowska 66
Poznań, ul. 27 Grudnia 4
Przemyśl, Pl. Konstytucji 9
Radom, ul. Moniuszki 5
Rzeszów, ul. Kościuszki 5
Sopot, ul. Monte Cassino 32
Sosnowiec, ul. Czerw. Zagłębia
kiosk nr 18
Szczecin, Al. Piastów, róg Jagiellońsk.
Toruń, Rynek Staromiejski 9
Wałbrzych, ul. Wysockiego,
obok Pl. Grunwaldzkiego
Wrocław, Pl. Wolności, róg ul. 3 Maja
Wrocław, Pl. Kościuszki, kiosk nr 9
Zabrze, Pl. 24 Stycznia, pkt. nr 50
Zakopane, ul. Krupówki 51
Zielona Góra, ul. Świerczewskiego 38

KSIEGARNIE NAUKOWE „DOMU KSIĄŻKI“

Warszawa, ul. Krak. Przedm. 7, Kraków, ul. Podwale 6, Łódź, ul. Piotrkowska 102a,
Poznań, ul. Armii Czerwonej 69, Wrocław, Rynek 60.

Ośrodek Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN
Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (Wzorcownia)
Wzorcownia PWN, Warszawa, ul. Miodowa 10

Cena zł 35.-