

P. 192

N° 1—5 B1

JANVIER—MAI

1931

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE
DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (I)

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1931



rcin.org.pl

Publié, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, sous la direction de
M. S. Maziarski, Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Natu-
relles (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

Nakładem Polskiej Akademji Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (I)

*Studja biologiczno-kwiatowe w Karpatach wschodnich. —
Blütenbiologische Beobachtungen in den polnischen Ost-
karpaten mit Berücksichtigung einiger Pflanzenassozi-
ationen.*

Mémoire

de M^{lle} **M. ZIEMBA**,

présenté dans la séance du 9 février 1931, par M. Wl. Szafer m. t.

Einleitung.

Die Berücksichtigung der blütenbiologischen Spektren ist bei der ökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften nicht ohne Interesse. Sie beruht auf der Veranschaulichung dieser Spektren beim Benützen der statistischen Methode verschiedener Kategorien der Blütenbiologie. Eine derartige Statistik wurde bisher in der phytosoziologischen Literatur wenig angewendet, zum ersten Male wohl von Prof. W. Szafer (6) in seiner Zusammenstellung der blütenbiologischen Spektren der Wiesenassoziationen des Tatragebirges. Sein Hauptergebnis ist die Feststellung, daß der prozentuelle Anteil verschiedener Pflanzengesellschaften an einzelnen blütenbiologischen Typen erhebliche Unterschiede aufweist, die sowohl mit der verschiedenen Bodenbeschaffenheit wie auch mit der verschiedenen Meereshöhe im Zusammenhange stehen.

Vorliegende Arbeit hat den Zweck die Ergebnisse meiner analogen Untersuchungen zu wiedergeben.

Ihr erster Abschnitt enthält die Zusammenstellung der blütenbiologischen Aspekte der Buchenwaldassoziation. Ihre Basis bilden einerseits phytosoziologische Aufnahmen mehrerer Verfasser, andererseits die Klassifikation verschiedener Insektentypen (eutrophe, hemitrophe, allotrophe).

Im zweiten und dritten Abschnitt führe ich meine eigenen diesbezüglichen Beobachtungen an, die ich im Juli und August 1929, im Czarnohora-Gebiete in den Ostkarpaten mit Unterstützung der physiogr. Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt habe. Da mir nur kurze Zeit zur Verfügung stand, beschränkte ich mich auf Bearbeitung der blütenbiologischen Statistik nur zweier Pflanzengesellschaften u. z.: des *Calamagrostidetum* sowie eines *Allium sibiricum*-reichen Übergangsmoores.

Der vierte Abschnitt enthält einzelne blütenbiologische Beobachtungen über einige Gebirgspflanzen, welche ich im Sommer 1928 in Sloboda rungurska (542 m. ü. M.) in den Ostkarpaten und im Sommer 1930 auf der Czarnohora gemacht habe.

Allen, denen ich irgendeine Unterstützung beim Durchführen meiner Studien verdanke, u. z. insbesondere Herrn Prof. Dr Szafer, ferner Herrn Dr Pawłowski, Herrn Dr B. Szafran und Herrn Dr Fudakowski spreche ich an dieser Stelle meinen innigsten Dank aus.

I. Abschnitt.

Blütenbiologische Spektra der Buchenwaldassoziaton (*Fagetum*).

Unter denjenigen Pflanzengesellschaften, in welchen eine Aufeinanderfolge der phenologischen Aspekte am deutlichsten zu Tage tritt, ist das europäische *Fagetum* soziologisch wohl am besten erforscht. Es eignet sich also besonders gut zu einer blütenbiologisch-statistischen Behandlung.

Um dieselbe durchzuführen, versuchte ich pflanzensoziologische Aufnahmen sowohl aus mehreren Gegenden Polens als auch aus möglichst vielen ausländischen Gebieten heranzuziehen. Bald gelangte ich zur Überzeugung, daß sich dazu nur ein Teil derselben eignet. Viele andere bezogen sich nämlich nicht auf die typische Buchenwaldassoziaton. Außerdem ist es wichtig, daß die Aufnahmen im Jahre wiederholt werden; nur auf diese Weise ist es möglich die Saisonrythmik der Blüten- und Insektenfolge aufzuweisen. Dieser Anforderung entsprechen nur wenige Angaben in der Literatur.

Bei der Berechnung der blütenbiologischen Spektren teilte ich die in den untersuchten Pflanzengesellschaften vorkommen-

den Blütenpflanzen in folgende Gruppen ein: a) Pflanzen, die zeitlich im Frühjahr (bei uns im April bis Mitte Mai) blühen, b) Pflanzen, die im Spätfrühling (bei uns gegen Ende Mai) blühen, und c) Pflanzen, die im Sommer (Juni, Juli) blühen. In jeder Gruppe bestimmte ich dann den prozentuellen Anteil an eu- (Eu), hemi- (H) und allotropen (All) Blüten. Ich berücksichtigte hiebei nur die wesentlichen Bestandteile der Pflanzengesellschaft, d. h.: a) gesellschaftstreue Arten ohne Rücksicht auf ihr öfteres oder zufälliges Erscheinen, b) Arten vom Stetigkeitsgrade 2—5.

Ein Blick auf die Tabellen I—V belehrt uns, daß dieselben eine weitgehende Übereinstimmung ihrer blütenbiologischen Spek-

TABELLE I.
Buchenwald in Złoty Potok (M. Sokołowski¹⁾).

	Meereshöhe	Zahl der blühenden Pflanzenarten	Blütenbiologische Kategorien					
			Eu	Eu-H	H	All-H	All	W
Fagetum Jahreszeit	358—378 m	65	29·2%	6·1%	18·4%	6·1%	13·8%	13·4%
W ₁		14	28·5%	—	21·4%	7·1%	15·7%	7·1%
W ₂		24	20·8%	4·2%	29·4%	4·2%	25%	8·3%
L		13	15·3%	15·3%	7·6%	15·3%	30·7%	15·3%
W ₁ +W ₂		6	—	—	33·3%	16·6%	—	66·6%
W ₁ +L		7	42·8%	—	—	—	14·2%	—

TABELLE II.
Buchenwald in Ojców (B. Pawłowski).

	Meereshöhe	Zahl der blühenden Pflanzenarten	Blütenbiologische Kategorien					
			Eu	Eu-H	H	All-H	All	W
Fagetum Jahreszeit	400—470 m	55	14·5%	3·6%	20%	5·4%	16·3%	27·2%
W ₁		10	30%	—	20%	10%	10%	—
W ₂		19	5·2%	5·2%	31·5%	10·5%	15·7%	30%
L		12	25%	—	8·3%	25%	33·3%	8·3%
W ₁ +W ₂		10	—	—	—	10%	—	90%
W ₂ +L		5	20%	—	40%	—	—	—

¹⁾ Zeichenerklärung:

W₁ = Vorfrühling
W₂ = Frühling
L = Sommer.

Eu = Eutrophe Blumen
H = Hemitrophe Blumen
All = Allotrophe Blumen.

TABELLE III.
Buchenwald im Jura Krakowsko-Wieluńska (A. Kozłowska).

	Meereshöhe	Zahl der blühen- den Pflan- zenarten	Blütenbiologische Kategorien					
			Eu	Eu-H	H	All-H	All	W
Fagetum Jahreszeit		91	29·6 %	4·3 %	20·8 %	6·5 %	15·3%	12·08%
W ₁		21	38·04%	—	19·04%	4·7 %	14·2%	19·04%
W ₂		43	30·02%	4·6 %	23·2 %	6·9 %	16·2%	11·6 %
L		33	27·2 %	6·06%	18·1 %	9·09%	18·1%	6·06%

TABELLE IV.
Buchenwald in Sądeczynna (B. Pawłowski).

	Meereshöhe	Zahl der blühen- den Pflan- zenarten	Blütenbiologische Kategorien					
			Eu	Eu-H	H	All-H	All	W
Fagetum Jahreszeit	800—1100 m	74	29·7%	10·8%	20·2%	8·1%	9·4%	12·1%
W ₁		17	41·1%	11·7%	23·5%	5·8%	5·8%	—
W ₂		30	20%	13·3%	26·6%	6·6%	6·6%	20%
L		27	33%	3·7%	11·1%	11·1%	14·8%	11·1%

TABELLE V.
Buchenwald in den Cévennes méridionales (Braun-Blanquet).

	Meereshöhe	Zahl der blühen- den Pflan- zenarten	Blütenbiologische Kategorien					
			Eu	Eu-H	H	All-H	All	W
Fagetum Jahreszeit	1150—1510m	47	23·4%	2·1%	17·02%	2·1%	14·8%	10·6%
W ₁		7	42·8%	—	14·2 %	—	—	28·5%
W ₂		19	36·8%	5·2%	21·05%	5·2%	10·5%	10·5%
L		16	12·5%	—	18·7 %	—	31·2%	18·7%

tren aufweisen; in allen spielen im Frühjahr die eutrophen Blüten, im Spätfrühling hemitrophe und im Sommer allotrophe Blüten die Hauptrolle.

Diese Übereinstimmung läßt sich vom ökologischen Standpunkt leicht erklären. Im Frühjahr sind die Buchen noch nicht oder nur spärlich belaubt, der Waldboden also nicht beschattet;

dies hat zur Folge, daß er zu dieser Zeit die größte Florenentwicklung aufweist. Die Frühjahrspflanzen des *Fagetum* besitzen zu dieser Zeit oft große und farbige Blüten und können demnach zu dieser Zeitperiode von den Insekten am leichtesten entdeckt und bestäubt werden. Ihre Spezialisierung, Anpassung an verschiedene Insektengruppen ist also nützlich. So ist der prozentuell größte Anteil des Buchenwaldes an eutrophen Blüten im zeitlichen Frühjahr zu erklären. Mit zunehmender Belaubung der Buche nimmt die Blütenfülle ab und gleichzeitig sinkt auch die Möglichkeit der Bestäubung durch Insekten, deren Frequenz ebenfalls immer kleiner wird.

II. Abschnitt.

Blütenbiologische Beobachtungen im *Calamagrostidetum* im Czarnohora-Gebiete.

Meine blütenbiologischen Beobachtungen in der genannten Assoziation führte ich auf »Połonina Pożyżewska« (Czarnohora-Gebiet, 1340 m. ü. M.) im Zeitraume vom 15 Juli bis zum 20 August 1929 aus, also zur Zeit des zahlreichsten Erscheinens der Insekten. Ich führte die Beobachtungen nur an schönen, sonnigen Tagen aus. Ich notierte den Insektenzuflug zu jeder einzelnen Pflanzenart und stellte nachher für jede dieser Arten eine Liste der sie besuchenden Insekten zusammen.

Das *Calamagrostidetum* der Czarnohora, benannt nach der vorherrschenden *Calamagrostis villosa*, wurde in phytosoziologischer Hinsicht von Prof. S. Kulczyński untersucht, dem ich für die lebenswürdige Erlaubnis, seine bisher noch nicht veröffentlichten Notizen hierüber durchzusehen, meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Bei meinen blütenbiologischen Untersuchungen berücksichtigte ich alle zum Gefüge dieser Assoziation gehörigen Pflanzenarten, von den Insekten notierte ich dagegen nur jene, die längere Zeit auf den Blüten verweilten. Ich beobachtete genau die Frequenz dieser Insektenbesuche, wobei ich mich einer speziell gewählten Skala bediente, u. zw.: ± 20 Zuflüge in einer Viertelstunde bezeichnete ich mit der Zahl 5, — 15 mit 4, — 10 mit 3, — 5 mit 2, — 3 mit 1, und einen Zuflug mit *r*.

Meine diesbezüglichen Ergebnisse sind in der Tabelle VI. zusammengestellt.

TABELLE VI.
Calamagrostideum villosae-Assoziation bei Dancercz auf Czarnohora. (Meereshöhe: 1340 m.).
 Zahl der Anflüge. (In Klammern die Zahl der Insekten-Arten der betreffenden systematischen Gruppe).

Pflanzenarten	Zahl- Verhält- nisse	Zahl der Anflüge der einzelnen Insektenarten	Dipte- ren	Hyme- nopte- ren	Lepido- pteren
<i>Thymus alpestris</i>	2	<i>Bombus lapidarius</i> 5, <i>Bombus pratorum</i> 4, <i>Bombus sorocensis</i> 3, <i>Melithreptus mentastri</i> 2, <i>Melithreptus dispar</i> 1, <i>Eristalis tenax</i> 4, <i>Erebia euryale</i> 4, <i>Artophilla bombiformis</i> 3, <i>Apis mellifica</i> 2.	10(4)	14(4)	4
<i>Cirsium erisithales</i>	1—2	<i>Bombus lapidarius</i> 3, <i>Bombus pratorum</i> 4, <i>Muscidae</i> 3.	3(1)	7(2)	—
<i>Achillea carpatica</i>	1—1	<i>Tachina</i> sp. 4, <i>Syrphus ribesi</i> 3, <i>Syrphus arcuatus</i> 2, <i>Melithreptus mentastri</i> 2, <i>Allantus arcuatus</i> 1.	12(5)	—	—
<i>Ranunculus carpaticus</i>	1—1	<i>Melithreptus mentastri</i> 2, <i>Melithreptus dispar</i> 1—2, <i>Muscidae</i> 3.	7(3)	—	—
<i>Alectorolophus pulcher</i>	1—2	<i>Bombus sorocensis</i> 4, <i>Bombus pratorum</i> 4, <i>Bombus lapidarius</i> 3, <i>Artophilla bombiformis</i> 2.	2(1)	11(3)	—
<i>Scorzonera rosea</i>	1—1	<i>Melithreptus mentastri</i> 1, <i>Melithreptus dispar</i> 1, <i>Muscidae</i> 2.	4(3)	—	—
<i>Parnassia palustris</i>	1—2	<i>Tachina</i> sp. 2, <i>Melithreptus mentastri</i> 2—1, <i>Melithreptus dispar</i> 1, <i>Allantus arcuatus</i> 2, <i>Syrphus braueri</i> 3, <i>Syrphus arcuatus</i> 2—3, <i>Chrysotoxum arcuatum</i> 3, <i>Chrysotoxum</i> sp. 2, <i>Muscidae</i> 3.	20(9)	—	—
<i>Campanula glomerata</i>	1—1	<i>Bombus pratorum</i> 2, <i>Bombus sorocensis</i> 2, <i>Artophilla bombiformis</i> .	1(1)	4(2)	—
<i>Galium mollugo</i>	1—1	<i>Merodon</i> sp. 4, <i>Allantus arcuatus</i> 3, <i>Cheilosia impressa</i> 2.	9(3)	—	—
<i>Potentilla aurea</i>	1—1	<i>Melithreptus mentastri</i> 3—2, <i>Merodon</i> sp. 2—1, <i>Muscidae</i> 1.	6(3)	—	—
<i>Brunella vulgaris</i>	1—2	<i>Bombus lapidarius</i> 5, <i>Bombus sorocensis</i> 4, <i>Bombus pratorum</i> 4, <i>Bombus terrestris</i> 3, <i>Artophilla bombiformis</i> 3.	3(1)	16(4)	—

Leontodon croceus	1-1	Bombus lapidarius 3, Bombus terrestris 3-4, Bombus sorocensis 3, Bombus pratorum 3, Apis mellifica 5, Vespa vulgaris 4, Vespa rufa 3, Goneteryx rhamnii 4-3, Erebina euryale 4, Vanessa urticae 4, Pieris brassicae 4-3, Coenonympha tiphon 2-1, Artophilla bombiformis 4-3, Melithreptus dispar 4, Melithreptus mentastri 3, Syrphus arcuatus 3-2, Syrphus braueri 2, Syrphus pyrastrii 4-3, Syrphus ribesii 3, Chrysotoxum sp. 2-1, Cheilosia impressa 1-1, Vollucella pellucens 1, Sarcomyia lappona 2-1, Tachina sp. 1-1, Eristalis tenax 3-2, Machinus atricapillus 1, Allantus arcuatus 2, Nemovea caesia 1-1.	36(17)	24(7)	20(5)
Hieracium aurantiacum	1-2	Bombus terrestris 4, Bombus pratorum 3, Bombus lapidarius 3, Apis mellifica 5, Vespa vulgaris 3, Vespa rufa 3, Goneteryx rhamnii 4, Erebina euryale 5-4, Vanessa urticae 4-5, Pieris brassicae 4-3, Coenonympha tiphon 3, Artophilla bombiformis 3-2, Melithreptus dispar 4, Melithreptus mentastri 3, Syrphus arcuatus 3-2, Syrphus braueri 2, Syrphus pyrastrii 4-3, Syrphus ribesii 3, Chrysotoxum arcuatum 2-1, Chrysotoxum sp. 1, Cheilosia impressa 1, Vollucella pellucens 1-1, Sarcomyia lappona 2-1, Tachina sp. 1-1, Eristalis tenax 3, Machinus atricapillus 1, Allantus arcuatus 1-2.	34(15)	21(6)	20(5)
Campanula Kladniana	1-1	Bombus sorocensis 2-3, Bombus lapidarius 3, Bombus pratorum 2, Bombus terrestris 2, Apis mellifica 3.	—	12(5)	—
Campanula abietina	1-1	Melithreptus dispar 2, Allantus arcuatus 3.	5(2)	—	—
Aconitum moldavicum	2-2	Bombus lapidarius 4, Bombus sorocensis 4-3, Bombus pratorum 4, Bombus terrestris 3, Artophilla bombiformis 2.	2(1)	15(4)	—
Rumex arifolius	1-1	Bombus terrestris 2, Bombus lapidarius 1-2.	—	4(2)	—
Carlina caulescens	1-1		—	—	—
Linum extraaxillare	1-2		—	—	—
Vaccinium myrtillus	2-2		—	—	—
Vaccinium vitis idaea	1-1		—	—	—

Pflanzenarten	Zahl- Verhält-	Zahl der Anflüge der einzelnen Insektenarten	Dipte- ren	Hyme- nopte- ren	Lepido- pteren
Geum montanum	1-1	Apis mellifica 3-4, Vespa vulgaris 2, Vespa rufa 2 1, Erebia euryale 2-1, Naemovaea caesia 2-1, Allantus arcuatus 3, Merodon sp. 2-1, Muscidae, Chrysotoxum sp. 1-2, Melithreptus mentastri 1, Bombus terrestris 1-r, Bombus sorocensis 2, Bombus pratorum 2, Vanessa urticae 3, Gonepteryx rhamni 1-2, Erebia euryale 3, Pieris napi 2, Coenonympha tiphon 1-r.	9(6)	7(3)	4(1)
Soldanella hungarica	2	Muscidae 3-4, Eristalis tenax 1-2, Chrysotoxum sp. 2-3, Allantus arcuatus 2, Syrphus arcuatus 2, Syrphus braueri 1-2, Melithreptus dispar 2.	13(7)	5(3)	10(5)
Chrysanthemum rotundifolium	2	Argynnis paphia 1-2, Cantharis r-1.	—	—	—
LasERPitium alpinum	2	Pieris brassicae 2, Pieris napi 2, Erebia euryale 3-4, Gonepteryx rhamni 2-3, Vanessa urticae 2, Coenonympha tiphon 1-2.	—	—	2(1)
Gymnadenia conopea	1-1	Muscidae 2, Syrphus pyrastris 2, Syrphus braueri 1, Allantus arcuatus 2, Chrysotoxum sp. 1, Chrysotoxum arcuatum 2.	—	—	14(6)
Phyteuma Vagneri	2	W	10(6)	—	—
Trollius europaeus	1	W	—	—	—
Pheleum alpinum	1	W	—	—	—
Calamagrostis arundinacea	2-4	W	—	—	—
Aira caespitosa	1-2	W	—	—	—
Poa Chaixi	1-1	W	—	—	—
Carex tristis	1-1	W	—	—	—
Luzula alba	1-1	W	—	—	—
Festuca rubra	1-2	W	—	—	—
Calamagrostis villosa	3-5	W	—	—	—
Anthoxanthum odoratum	1-1	W	—	—	—
Avena planiculmis	1-3	W	—	—	—

Aus Tabelle VII sieht man vor allem, daß die eutrophen und allotrophen Blütenarten in der untersuchten Assoziation an Zahl ungefähr gleich sind, während die Zahl der hemitrophen Blüten bedeutend geringer ist.

In Tabelle VII c) habe ich die durchschnittliche Zahl der Insektenbesuche zusammengestellt, die einer Pflanzenart seitens jeder der drei Hauptkategorien der Insekten zufielen.

TABELLE VII.

a)

Assoziation	Meeres- höhe	Zahl der Pflanzenar- ten in der Assoziation	Blütenbiologische Kategorien			
			Eu	H	All	W
Calamagrosti- detum	1340 m	40	25%	7.5%	27.5%	30%

b)

Assoziation	Meeres- höhe	Zahl der Pflanzenar- ten in der Assoziation	Zahl der besuchten Blüten durch		
			Dipte- ren	Hymeno- pteren	Lepido- pteren
Calamagrosti- detum	1340 m	40	19	7	7

c)

	1.	2.	3.	4.
	Die beobach- tete Zahl der Anflüge	Zahl der be- suchten Pflanzenar- ten	Durchschnittli- che Zahl der An- flüge auf die Pflanzenarten	Durchschnittli- che Zahl der An- flüge des Insektes auf eine Blume
Dipteren	148	18	8	7
Hymenopteren	129	12	10	18
Lepidopteren	73	6	12	10

Es folgt klar daraus, daß die von Schmetterlingen besuchten Blüten am häufigsten besucht werden, obwohl ihre Zahl die geringste ist; am seltensten werden dagegen die durch Fliegen besuchten Blüten besucht, obwohl sie an Zahl überwiegen. Die Schmetterlinge besuchen also nur die auserwählten Blüten, dafür aber öfters.

Aus der Tabelle VII c) (4) ersehen wir, daß die Hymenopteren, obwohl ebenso zahlreich wie die Schmetterlinge, doch weit

TABELLE VIII.

		<i>Allium sibiricum</i> -Torfmoor. Półnina Pożyżewska
<i>Allium sibiricum</i>	4	Gonepteryx rhamni, Erebia aethiops, Vanessa cardui, Pieris brassicae, Pieris napi, Pyrameis atalanta, Bombus lapidarius, Bombus pratorum, Bombus sorocönsis.
<i>Pedicularis transsilvanica</i>	2	Bombus lapidarius, Bombus pratorum, Bombus sorocönsis, Bombus terrestris, Artophila sorocönsis.
<i>Hieracium aurantiacum</i>	4	Bombus terrestris, Bombus pratorum, Bombus lapidarius, Apis mellifica, Vespa vulgaris, Vespa rufa, Gonepteryx rhamni, Erebia euryale, Vanessa urticae, Pieris brassicae, Coenonympha tiphon, Artophila bombiformis, Melithreptus dispar, Melithreptus mentastri, Syrphus arcuatus, Syrphus braueri, Syrphus pyrastris, Syrphus ribesi, Chrysotoxum arcuatum, Chrysotoxum sp., Cheilosia impressa, Vollucela pelucens, Sarcomyia lappona, Tachina sp., Eristalis tenax, Machimus atricapilus, Allantus arcuatus.
<i>Crepis paludosa</i>	3	Erebia euryale, Gonepteryx rhamni, Syrphus arcuatus, Syrphus ribesi, Chrysotoxum sp., Melithreptus dispar, Sarcomyia lappona.
<i>Ranunculus acer</i>	2	Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar, Muscidae.
<i>Myosotis silvestris</i>	2	Naemovaea caesia, Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar, Allantus arcuatus.
<i>Potentilla tormentilla</i>	2	Muscidae, Merodon sp., Melithreptus mentastri.
<i>Leontodon autumnalis</i>	3	Bombus terrestris, Bombus lapidarius, Bombus pratorum, Bombus sorocönsis, Apis mellifica, Vespa vulgaris, Vespa rufa, Gonepteryx rhamni, Erebia euryale, Vanessa urticae, Pieris brassicae, Coenonympha tiphon, Artophila bombiformis, Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar, Syrphus arcuatus, Syrphus braueri, Syrphus pyrastris, Syrphus ribesi, Chrysotoxum sp., Cheilosia impressa, Vollucela pelucens, Sarcomyia lappona, Tachina sp., Eristalis tenax, Machimus atricapilus, Allantus arcuatus, Naemovaea caesia.
<i>Polygonum bistorta</i>	1—r	Cheilosia impressa.
<i>Thymus alpestris</i>	2—1	Erebia euryale, Bombus pratorum, Bombus lapidarius, Bombus sorocönsis, Apis mellifica, Artophila bombiformis, Eristalis tenax, Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar.

Chrysanthemum rotundifolium	1	Muscidae, Cheilosia impressa, Nemovaea caesia, Melithreptus dispar, Syrphus ribesii, Syrphus arcuatus, Syrphus pyrastrii, Merodon sp.
Campanula glomerata	1—r	Bombus pratorum, Bombus soroënsis, Artophilla bombiformis.
Campanula abietina	1—2	Melithreptus dispar, Allantus arcuatus.
Lychnis flos cuculi	1	Bombus lapidarius.
Trifolium repens	2—3	Bombus soroënsis, Bombus pratorum, Bombus lapidarius, Bombus terrestris, Artophilla bombiformis, Syrphus braueri, Allantus arcuatus.
Orchis latifolius	r—1	Muscidae, Syrphus ribesii.
Epilobium palustre	1	Muscidae, Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar.
Ranunculus carpaticus	1	Bombus lapidarius, Bombus soroënsis, Bombus pratorum, Bombus terrestris, Artophilla bombiformis.
Brunella vulgaris	2	Muscidae, Machimus atricapillus.
Astrantia maior	1	Bombus pratorum.
Trifolium pratense	2	Tachina sp., Melithreptus mentastri, Melithreptus dispar, Allantus arcuatus, Syrphus braueri, Syrphus arcuatus, Chrysotoxum arcuatum, Chrysotoxum sp., Muscidae.
Parnassia palustris	2	Cheilosia sp., Muscidae.
Caltha palustris	1	
Carex rostrata	W	
Eriophorum latifolium	W	
Juncus lamprocarpus	W	
Carex vulgaris	W	
" flava	W	
" rigida	W	
Festuca supina	W	
Molinia coerulea	W	
Sphagnum medium	W	
Sphagnum acutifolium	W	
Sphagnum compactum	W	
Mnium setigerum	W	

öfters die Blüten besuchen, was wohl in der größeren Fluggeschwindigkeit der ersteren seine Begründung findet.

III. Abschnitt.

Blütenbiologische Beobachtungen in einem *Allium sibiricum*-reichen Torfmoore.

Diese Untersuchungen wurden ebenso wie die im II. Abschnitte besprochenen, auf der Połonina Pożyżewska (1340 m. ü. M.) ausgeführt. Ich beschränke mich hier auf das Anführen der diese Pflanzengesellschaft besuchenden Insekten. (Tab. VIII. S. 10—11).

TABELLE IX.

Assoziation	Meeres- höhe	Zahl der Pflan- zenarten	Blütenbiologische Kategorien			
			Eu	H	All	W
<i>Allium sibiricum</i> - Torfmoor	1340 m	36	28·9%	15·8%	29·9%	26·3%

IV. Abschnitt.

Blütenbiologische Beobachtungen über einige Pflanzenarten in Sloboda rungurska.

Diese Beobachtungen führte ich im Jahre 1928 in der Gegend von Sloboda rungurska (Ostkarpaten) aus.

Ich wählte auf einem bestimmten Terrainabschnitt einige der hier am häufigsten vorkommenden Pflanzen aus, u. zw.: *Melampyrum nemorosum*, *Knautia arvensis*, *Centaurea jacea*, *Trifolium pratense* und die spätblühende *Gentiana asclepiadea* und trachtete auf statistischem Wege festzustellen, welche Insekten, unter welchen Bedingungen und wie oft sie diese Blüten aufsuchen, wobei ich die Tageszeit, die Bewölkung, sowie die Blütenentwicklung in Berücksichtigung zog.

Im folgenden führe ich meine diesbezüglichen Ergebnisse an:

1) *Melampyrum nemorosum*.

Die hellgelbe Blüte steht in grassem Kontraste zu dem violetten Blütenuntergrund dieser Pflanze; die Gesamtheit übt auf die Insekten eine bedeutende Anziehungskraft aus. Die röhrenförmige Blütenkrone erweitert sich nach oben derart, daß

der Kopf der Hummel mit Leichtigkeit hineinkommt. Im unteren Teile des Blütenröhrchens befinden sich die den Honig reichlich absondernden Blütenteile. Unter der dachförmig gebogenen Oberlippe sind die Generationsorgane, die Staubblätter und der längere Griffel untergebracht. Das Insekt berührt beim Betreten der Blüte vorerst die Narbe, erst hierauf sammelt es den Pollen.

Zu den hier in Betracht kommenden Insekten gehören die langrüsseligen Hummeln (*Bombus*), außerdem als vielleicht noch öftere Besucher die Bienen und die kurzzüsseligen Hummeln. Die beiden letztgenannten treten jedoch als Honigräuber auf, indem sie, da ihr Rüssel bis zum weit unten verborgenen Blütenhohig nicht reicht, das Blütenröhrchen unten anbeissen.

Meine diesbezüglichen Beobachtungen führten mich jedoch zu der Ansicht, daß diese Raubbesuche nicht ohne Nutzen bleiben, da die Insekten bei dieser Tätigkeit sowohl mit ihren Füßchen, als auch mit dem ganzen Körper die Staubblätter und die Narbe berühren und so unbewußt den Pollen auf andere Blüten übertragen. Da *Melampyrum* gruppenweise auftreten, fliegen auch die Insekten scharenweise von Blüte zu Blüte, wobei ich jedoch nie beobachtete, daß sich eine Biene oder Hummel länger bei den violetten Deckblättern aufhielt; sie wendet sich sofort der gelben Blüte zu.

Die zahlreichsten Insektenbesuche notierte ich für *Melampyrum nemorosum* in der Zeit vom 2. bis 28. Juli. In fünf Minuten konnte ich 11 Bienenbesuche zählen; diese Zahl war die größte. In einer Viertelstunde betrug die kleinste Zahl der Besuche 10. Was die Hummel anbetrifft, zählte ich in 15 Minuten 4 bis 6 Anflüge. Vom 29. Juli bis 10. August wurden die Insektenbesuche immer seltener, und zwar 15 in einer halben Stunde bei *Apis mellifica* und selbst 2 in einer halben Stunde bei *Bombus*. Zu dieser Zeit war schon die Mehrzahl der Blütenröhrchen angenagt und hie und da konnte man schon den Fruchtansatz beobachten. Auf meinem Beobachtungsposten beobachtete ich die größte Zahl der Insekten in den Morgenstunden und vormittags, ungefähr bis 2 Uhr nachmittags; dann war die Stelle beschattet und der Insektenbesuch blieb aus.

Der Insektenbesuch war auch von den Wetterverhältnissen abhängig, wie man das aus der Tabelle X. ersieht.

TABELLE X.
Die Zeit der Beobachtung
10/VII—25/VII. Die Zeit der Beob.
28/VII—15/VIII.

Melampyrum nemorosum	Schönes Wetter	Bewölkt und Schatten	Schönes Wetter
Apis mellifica	12— $\frac{1}{4}$ h	9—10 $\frac{1}{2}$ h	4— $\frac{1}{4}$ h 2—3 ^h
	13— $\frac{1}{4}$ h	8 $\frac{1}{2}$ —10 ^h	5— $\frac{1}{4}$ h 10—11 ^h
	15— $\frac{1}{4}$ h	9—10 $\frac{1}{2}$ h	2— $\frac{1}{4}$ h 2 $\frac{1}{2}$ —3 ^h
	11—5'	8 $\frac{1}{2}$ —10 ^h	4— $\frac{1}{4}$ h 10—11 ^h
	10—5'	9—10 $\frac{1}{2}$ h	
Bombus terrestris Bombus agrorum	3— $\frac{1}{4}$ h 9—10 $\frac{1}{2}$ h	2— $\frac{1}{4}$ h 3—4 ^h	4— $\frac{1}{4}$ h 11—12 ^h

2) *Centaurea jacea*.

Auf der von mir untersuchten Wiese blühte *Centaurea jacea* am stärksten im Juli. Die hellen rotlila Blütenstände lockten große Mengen von Insekten an; vorwiegend waren es Schmetterlinge und Hymenopteren. An sonnigen Tagen waren die Blüten sehr stark von Insekten besucht; am häufigsten beobachtete ich *Apis mellifica*, *Bombus terrestris*, *Bombus agrorum*, *Bombus lapidarius*, *Eristalis tenax*, *Eristalis intricarius*. *Andrena toracica*; seltener kamen: *Trichius pasciatus*, *Leptura odtenuata* und *Nomeda armata*. Am zahlreichsten kamen Schmetterlinge. Fast alle Schmetterlingsgattungen, die in dieser Gegend vorkommen, besuchten die *Centaurea*; ihr Erscheinen war jedoch von der Witterung abhängig. In Tabelle XI. führe ich diese Abhängigkeitsverhältnisse deutlich an.

Außer auf *Centaurea jacea* unterzog ich der Beobachtung die Insektenbesuche auf folgenden Pflanzen:

3) *Knautia arvensis*. Bei dieser machte ich dieselben Beobachtungen wie bei *Centaurea*.

4) *Trifolium pratense*. Diese wurden vorwiegend von Hummeln besucht wie: *Bombus terrestris*, *Bombus Rajiellus*, *Bombus lapidarius*, *Bombus agrorum*, *Bombus hortorum*, *Bombus pratensis*, wie auch Schmetterlinge: *Argynnis paphia*, *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Melanargia galathea* und *Lycaena icarus*.

5) *Gentiana asclepiadea* tritt in dieser Gegend massenhaft auf. In der kelchartigen Krone sammelt sich reichlich Honig. Helle Saftmale heben sich von der Farbe der Krone deutlich ab. Als

TABELLE XI.

Schmetterlings-Anflüge auf *Centaurea jacea*.

Schmetterlingsarten	Bewöl- kung ver- änderlich	Schönes Wetter	Heiß	Schönes Wetter	Nach dem Regen	Schönes Wetter	Heiß	Schönes Wetter
	13/VII 9—10 ^{1/2} ^h	16/VII 9—10 ^{1/2} ^h	18/VII 8—9 ^{1/2} ^h	19/VII 1—3 ^h	21/VII 2—3 ^h	22/VII 9—10 ^{1/2} ^h	28/VII 11—12 ^h	29/VII 6—7 ^{1/2} ^h
1) Aphantopus hyperantus . . .	+(7)	+	+	+(9)	+	+	+(16)	+
2) Erebia aethiops . . .	+(7)	+	+	+(9)	+	+	+(16)	+
3) Melanargia galathea . . .	+(11)	+	+(12)	+	+	+(5)	+	—
4) Pieris brassicae . . .	+(4)	+	+(5)	+	+(3)	+(4)	+	+
5) Pieris rapae . . .	—	+	+	+	+	+	+	—
6) Leucochloë daplidice . . .	—	+	+	+	—	—	—	—
7) Gonepteryx rhamni . . .	+	+	+(2)	+	+(3)	+	+(5)	+
8) Argynnis paphia . . .	—	—	+(4)	+	+	+(8)	+	+(10)
9) Argynnis niobe . . .	—	—	+	+	+(5)	+	+(3)	+
10) Argynnis selenē . . .	—	—	—	+(1)	+	+	+	+
11) Pararge megera . . .	—	—	—	+	+(2)	+	+(3)	+
12) Epinephele jurtina . . .	—	—	—	+(6)	+	+(12)	+	+(17)
13) Colias hyale . . .	—	—	—	—	+(4)	+	+	—
14) Vanessa jo . . .	—	—	—	—	+(1)	+	+(2)	—
15) Vanessa urticae . . .	—	—	—	—	+(1)	+	+(2)	—
16) Pyrameis atalanta . . .	—	—	—	—	+	+	+	—
17) Papilio machaon . . .	—	—	—	+(1)	+	—	+(1)	—
18) Lycaena icarus . . .	—	—	—	—	+(7)	+	+(12)	+(14)
19) Coenomympha pamphilus . . .	—	—	—	—	+(4)	+	+	+
20) Adopaea lineola . . .	—	—	—	—	+(4)	+	+	+
21) Zygaena filipendulae . . .	—	—	—	+(5)	+	+	+	+(6)
22) Augiades comma . . .	—	—	—	—	—	+(5)	+	+
23) Chrysophanus phlaeas . . .	—	—	—	—	—	—	+(2)	+(3)

einzigste Konsumenten kommen hier nur die Hummeln in Frage, die auf ihre eigenartige Weise in das Blüteninnere gelangen und dortselbst oft länger verweilen. Oft beobachtete ich das Benehmen der Hummeln bei noch nicht ganz entwickelten Gentianablüten und konstatierte dabei, daß die Hummel so lange die schraubenartig gerollte Blüte bearbeitete, bis diese sich öffnete und den Eintritt freigab. Die Hummeln gehen von Blüte zur Blüte, doch konnte ich niemals wahrnehmen, daß auf einem Blütenzweig mehr als eine Hummel zu sehen wäre, da nie eine Hummel der anderen in den Weg kommt. An einem hellen, heißen Tage zählte ich in einer Stunde 28 Anflüge der Hummeln auf ein Exemplar der *Gentiana*. Im Schatten flogen sie weniger an und an einem trüben Tage konnte ich nur 5 Anflüge in einer Stunde konstatieren. Manchmal bemerkte ich Ameisen, die die Blüte umkreisten, um schließlich in das Innere des Blütenröhrchens zu gelangen; nicht selten wirtschafteten sie in Mehrzahl zugleich darin, doch konnte ich nicht feststellen, was sie dadurch bezweckten. Nach Sonnenuntergang waren die Hummelanflüge immer seltener. Ein einziges Mal nur beobachtete ich gegen 6 Uhr nachm. wie ein *Macroglossa stellatarum* die Blüte besuchte. Die Blüte der *Gentiana* besuchten folgende Hummelarten: *Bombus hortorum*, *Bombus terrestris*, *Bombus rajellus* und *Bombus agrorum*.

V. Abschnitt.

Ergänzende Beobachtungen im J. 1930.

Behufs Fortsetzung meiner blütenbiologischen Untersuchungen begab ich mich am 10. Juli 1930 zum zweiten Male auf die Czarnohora. Diesmal jedoch waren dort sehr ungünstige atmosphärische Bedingungen; scharfe Winde und häufiger Regen standen einer systematischen Arbeit im Wege. Die Anzahl der in diesem Jahre auftretenden Insekten war bedeutend kleiner und somit auch der Besuch der Blüten durch die Insekten spärlich. Wie man mich mehrererseits informierte, wurden ähnliche Wahrnehmungen auch an anderen Orten gemacht, und es scheint nicht ausgeschlossen zu sein, daß dieser Umstand dem scharfen Winter 1928/29 zuzuschreiben ist.

Während meines Aufenthaltes auf der Polonina Pożyżewska in der Zeit vom 10. Juli bis 10. August 1930 konnte ich feststellen, daß die unten angegebenen Pflanzenarten von den in den Zusammenstellungen angeführten Insekten besucht wurden:

1) *Scorzonera rosea*: *Erebia euryale* (2), *Machimus atricapillus* (1) und Muscidae (3).

2) *Cirsium pauciflorum*: *Pieris napi* (2), *Syrphus ribesi* (1), *Syrphus pyrastris*, *Syrphus braueri*, *Syrphus arenatus*, *Sarcomia lappona*, *Melitreptus dispar*, *Melithreptus* sp., *Vollucella pellucens*, *Eristalis tenax* (2), *Bombus lapidarius*, *Bombus pratorum*.

3) *Pulmonaria rubra*: *Bombus lapidarius*, *Bombus soroënsis* und *Bombus pratorum*.

4) *Doronicum austriacum*: *Pieris napi*, *Eristalis tenax*, *Naemovea coesia*, *Syrphus ribesi* und näher schwer zu bezeichnende Muscidae.

5) *Gentiana cruciata*: *Bombus pratorum*, *Bombus lapidarius*, *Orthophilla bombiformis* und *Vespa vulgaris*.

6) *Viola declinata*: *Apis mellifica*.

7) *Carlina acaulis*: *Bombus soroënsis*, *Bombus lapidarius*, *Bombus pratorum*, *Artophilla bombiformis*.

8) *Campanula abietina*: *Genepteryx rhamni*.

9) *Campanula Kladniana*: *Melithreptus mentastri*.

Literaturverzeichnis.

1. Braun-Blanquet J. Les Cevennes méridionales. Genève 1915. —
2. Knuth P. Handbuch der Blütenbiologie. Leipzig 1898. —
3. Kozłowska A. Etudes phyto-sociologiques sur la végétation des roches du plateau de la Petite-Pologne. Bull. de l'Acad. Polon. d. Sc. Sér. B. 1928. —
4. Loew E. Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa sowie Grönlands. Stuttgart 1894. —
5. Sokołowski M. Badania socjologiczne w rezerwacie bukowym w Złotym Potoku nad Wiercią. Sylwan Lwów 1928. —
6. Szafer W. On the statistics of flowers in plant associations. Bull. Int. de l'Acad. Pol. d. Sc. B. Cracovie 1927.

Botanisches Institut der Jagell. Universität in Kraków.

of peat directly on it lies a layer (to two metres in thickness) of stratified pure b) peat with vertical splits running as in other sedimentary deposits. Whole blocks of peat break off in the direction of these splits. Petrographically this peat looks like younger Tertiary. It is of a dark rust colour in places almost quite black, its formation for the most part slate-like; sometimes it divides into sheets (sheet peat) or into lumpy masses (moss peat). One can often see numerous remains of swamp insects which for the most part are non-determinable: the easiest to establish were wings of *Donacia* sp., on account of their peculiar colour and sheen. Of the better preserved plant remains we notice quite well preserved seeds of *Cytisus* sp. This peat contains comparatively few earthy parts, which would point to the fact that it was formed on the bottom of some quiet river.

Immediately above this stratum of peat there lie: c) a rust-coloured sand with small-grained crystalline gravel (granite, gneiss, syenite, amphibolite etc.). This gravel-like stratum sharply separated from the peat is scarcely 1 cm thick; it is covered alternately by greenish and white sands very distinctly stratified, which at the top change into driven, non-stratified sands, forming the dune on the bank of the river.

This stratum of peat spreads along the bank of the river Lubaczówka to a length of about 200 metres, but it does not reach to Polanka which is built on the same bank of the river«.

One year later i. e. in 1901 Jarosław Łomnicki added the following short note to the above description of the fossil peat in Hamarnia:

»In supplementing the details presented in the letter press to the XII-th section of the »Geological Atlas of Galicia« about the peat from the environs of Nowa Grobla, I wish to add that I have succeeded in separating from the mass of indistinct plant remains of which this peat is composed, some, which were determined by Prof. Wołoszczak as *Aspidium thelypteris* Sw. The seeds of *Cytisus* appearing abundantly in this peat belong to the species *Cytisus ruthenicus* (Fisch) Wołoszcz. If it were investigated on the spot, this peat might yield, apart from plant remains, very many insect remains«.

1) J. Łomnicki: Scientific Notes. Plant remains in the peat from the environs of Nowa Grobla. Lwów, »Kosmos« vol. XXIII, pp. 197 and 198.

Before ending this cursory review of the previous investigations of the peat in Hamarnia I shall add that about 1912 this place was visited by Marian Raciborski and that the specimens of peat which he then collected were investigated in the Botanical Institute of the Jagellonian University by the then assistant Antoni Żmuda. In the notes left by the latter there is a rectification of a mistaken definition of the seeds of *Cytisus* which Żmuda defined correctly as *Menyanthes trifoliata* and also the interesting and fresh news that the peat contained larch relicts (*Larix* sp.). Żmuda established the presence of larch in the peat on the basis of one stamen with pollen. In the only microscopic preparation which I succeeded in finding, I found indeed a damaged stamen, however I was not able to discover any pollen in it.

Let me end here my remarks on the previous investigations conducted on the peat in Hamarnia which Marian Łomnicki considered as old-alluvial and pass to the description of the profile, based on my own observations¹⁾.

The stratum of the peculiar peat in Hamarnia forms in the high bank of the river Lubaczówka a lens, cut through by the river which at this place cuts in for a length of about 200 metres. On the east side the border of the lens is hidden by the crumbling slope, but on the west side, near the rests of an old bridge it appears very clearly in the profile, in the shape of a gradually darker stratum. The place where the peat appears is distinctly higher by several metres, than the neighbouring ground and forms a diluvial remains surrounded by lower alluvia of the river Lubaczówka. In this place too, on the top there existed till recent times large erratic boulders marked by M. Łomnicki in 1900 on the geological map. Unfortunately these bould-

¹⁾ I conducted my investigation on the deposit of Lubaczówka in the years 1929 and 1930, partly with the subsidy granted to me by the Department of Science of the Ministry of Education, and the Kasa Mianowskiego. The members of Botanical Institute of the Jagellonian University, Messrs. Dr. T. Sulma, Dr. J. Trela and Dr. J. Walas went several times to Hamarnia in order to exploit the profile, for which I am herewith expressing my gratitude. In order to ascertain critically the geological conditions I made in the autumn of 1930 an excursion with my colleagues, Professors J. Nowak, S. Kreutz and J. Smolenski, to whom I also want to express my gratitude.

ers have been removed from here by human hand; in the nearest neighbourhood some have been saved of these lying directly on the bank of the river Lubaczówka, in Folwarki and in Polanka.

Since in order to define the age of the peat in Hamarnia which according to M. Łomnicki »has the appearance of younger Tertiary« (l. c. p. 43), it was essential to investigate in detail the bottom of the strata, I made an artificial tunnel up to the level of the water in the river. I found that both in this point and in the whole fraction of Lubaczówka up to Folwarki in the East, there lie in the lowest bottom gray stratified loams with sandy stripes of the tertiary age. Their age which at a first glance was correctly defined by Prof. J. Nowak, was confirmed later by Prof. W. Friedberg who was so kind as to investigate the specimens I had brought and who reported the existence in them of Foraminiferes and tertiary snails. Among the thin strata of sand alternant with the loams there are also found very hard carbonised fragments of tertiary lignites.

The discovery of the tertiary deposits lying in the bottom of the profile (not marked here on the geological map) is of first class importance for the interpretation of the age of the fossil peat.

Further details about the geological structure of the profile in Hamarnia are following. Over the Tertiary there lie its diluvia in the shape of gray and loamy glauconite sands (about 1 metre) on top of them lies a stratum of yellow sand coloured by limonite with stripes of loams, and finally on top of these lies three metres of thick organogenic formation which in its lower part has the character of lake mould (gyttja) which in measure as the water became invaded by flora developed gradually into peat, at first of the earthy non-stratified type, then more and more stratified mosspeat until in the uppermost part it became pure moss peat, breaking in thin paper like layers.

The upper surface of the peat is not even. Evidently it was formed during a longer period of time, which we cannot determine definitely, under the destructive influence of running water which finally covered the peat with a layer of diluvial gravel composed among other material of rounded bits of granite of Northern origin and then with a thick (3 metres) layer of diluvial stratified sands interspersed here and there with thick grained

stripes of sand or gravel. At the very top the fluvioglacial formation loses the character of sand sedimented in water and acquires secondary characteristics of dune sands. On the Northern slope of the elevation described there lay till recent times large erratic boulders.

Without entering into details of a geological nature whose investigation and description is the duty of a geologist, I wish to state that the general geological structure of the profile in which there appears the fossil peat in Hamarnia proves that the peat lying under the fluvioglacial formations from the times of the greatest Polish glaciation (Cracovien) is older than the greatest Polish glaciation.

Let us stop for the time being with this interpretation of our profile and pass to the description of the flora and the floristic stratigraphy of the strata containing plant remains.

CHAPTER II

Description of macroscopic remains of fossil flora

Plant remains whose macroscopic analysis will be studied in this chapter are found in the following strata of the profile described:

- 1) In loamy lenses among diluvial sandy gravels lying immediately on the »Krakowieckie« loams (resp. on their diluvia).
- 2) In brown, non-stratified moulds (»gyttja«).
- 3) In the lowest stratum of brown peat.
- 4) In the middle stratum of dark brown peat.
- 5 and 6) In the upper stratum of light brown moss peat.

On the enclosed table (Tab. I.) a list is presented of defined fossil plants, composed separately for each of these six strata; the order of their arrangement comprises first land plants, then swamp plants, water plants and finally mosses.

In order to characterise more accurately the flora from Hamarnia the following complementary remarks are added to the most important plants shown on table I.

1. *Larix polonica* Rac. f. *fossilis* m. This species of larch still to this day existing in Poland on a few relict outposts appears in the whole profile in Hamarnia, i. e. in strata 1—6. It has been found in great quantity both in the shape of very well

TABLE I.
Macroscopic relicts of fossil flora

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
I. Land plants:						
1. <i>Larix polonica</i>	++	∞	∞	∞	∞	++
2. <i>Pinus silvestris</i>	-	++	+	-	∞	-
3. <i>Juniperus</i> sp.	-	+	-	-	-	-
4. <i>Betula »alba«</i>	-	++	-	++	-	-
5. <i>Betula humilis</i>	-	-	-	-	+	+
6. <i>Betula nana</i>	-	-	+	-	++	+
7. <i>Vaccinium uliginosum</i>	-	-	+	+	-	-
8. <i>Rubus</i> sp.	-	++	-	∞	-	-
9. <i>Viola</i> sp.	-	-	-	+	-	-
II. Swamp plants:						
10. <i>Alisma Plantago</i>	-	∞	++	-	-	-
11. <i>Aspidium thelypteris</i>	-	-	-	-	+	+
12. <i>Bidens tripartita</i>	∞	∞	-	-	-	-
13. <i>Carex rostrata</i>	-	+	+	++	+	-
14. <i>Carex vesicaria</i>	-	-	+	+	-	-
15. <i>Carex</i> sp. <i>variae</i>	∞	∞	∞	∞	++	++
16. <i>Filipendula ulmaria</i>	-	+	-	-	++	++
17. <i>Heleocharis palustris</i>	-	-	-	++	-	-
18. <i>Lycopus europaeus</i>	-	-	+	++	-	-
19. <i>Menyanthes trifoliata</i>	-	-	-	++	∞	∞
20. <i>Polygonum lapatifolium</i>	-	-	-	+	-	-
21. <i>Polygonum persicaria</i>	-	+	-	-	-	-
22. <i>Rumex maritimus</i>	-	-	+	-	-	-
23. <i>Sagittaria sagittifolia</i>	-	∞	++	-	-	-
24. <i>Scirpus lacustris</i>	-	++	-	-	-	-
25. <i>Sparganium ramosum</i>	-	++	-	-	-	-
III. Water plants:						
26. <i>Ceratophyllum demersum</i>	-	++	∞	++	-	-
27. <i>Hippuris vulgaris</i>	-	∞	+	++	-	-
28. <i>Nuphar pumilum</i>	-	+	++	-	-	+
29. <i>Nymphaea</i> cf. <i>alba</i>	-	-	++	-	-	-
30. <i>Najas flexilis</i>	-	-	++	∞	+	-
31. <i>Potamogeton crispus</i>	-	-	++	++	-	-
32. <i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	+	∞	++	-	-
33. <i>Potamogeton praelongus</i>	-	+	∞	++	-	-
34. <i>Potamogeton pusillus</i>	-	-	∞	∞	-	-
35. <i>Potamogeton trichoides</i>	-	-	+	-	-	-
36. <i>Potamogeton</i> sp. <i>variae</i>	∞	∞	∞	∞	-	-
IV. Mosses:						
37. <i>Musci</i> indeterminati	-	+	+	∞	∞	∞
38. <i>Drepanocladus Sendtneri</i>	-	-	-	++	++	++
39. <i>Calliergon giganteum</i>	-	+	+	+	+	+

preserved cones (stratum 3) and seeds and needles (strata 1—6) and small branches with the characteristic short shoots. In the lower strata there were found several score of broken twigs and several stumps showing traces of transportation by water, which must be considered as also belonging to this species of tree, because they were found lying next to the cones and needles of the larch, although, as we know, there is hardly any difference between the anatomical structure of the wood of the larch and that of the spruce.

If we take into consideration that there were found in Hamarnia several score of larch cones and several hundred larch needles and seeds and that these larch relicts have been found in all the strata containing flora, we must accept the fact that this tree was the predominant one in the forest flora of this period of the diluvial age in which these strata were deposited. It is unquestionably the richest discovery of fossil larch found up till the present in the diluvium of Europe. Apart from Hamarnia we find diluvial larches in Poland (but only in the shape of needles) in Ludwinów near Cracow (J. Lilpop and W. Szafer 1922) and in Olszewice (J. Lilpop 1928); in both these places its relicts (needles) are found in the strata of a younger diluvium than ours i. e. dating from the time of the recession of the maximal glaciation in Ludwinów (Cracovien = L_3), or from the time of the interglacial Masovien I in Olszewice (= Interglacial L_3 — L_4). Moreover forty years ago M. Raciborski had in his hands material from Jarosław (situated not far from Hamarnia) and from the environs of Rzeszów, containing fossil larch¹⁾.

The discovery of a larger amount of well preserved remains of old-diluvial larch in Hamarnia throws a new light on the phylogeny of *Larix polonica*, *Larix decidua* and *Larix sibirica* related to each other. My research conducted on these lines will form the subject of a special paper.

¹⁾ I did not succeed in finding Raciborski's material containing fossil larch from Jarosław and Rzeszów, either in the collections of the Polish Academy of Sciences, or in the Botanical Institute of the Jagellonian University. Several attempts to rediscover those strata in nature have so far proved unsuccessful.

2. *Pinus silvestris* L. The macroscopic remains of the common pine, in the shape of a few well preserved cones and only one needle (stratum 2) belong probably to the species *Pinus silvestris*. Only one of the cones found (in stratum 2) belongs perhaps on account of very small dimensions and rounded shape to *Pinus montana*, a fact which however cannot be definitely proved.

3. *Juniperus cf. sibirica* Burgsd.? Two seeds belonging to juniper with the characteristic resinous ridges which I found in stratum 2 resemble most the Siberian juniper. (See V. Petrov: Flora Jakutiae, Fasc. 1. pp. 68, Leningrad 1930) although they might also belong to *Juniperus nana* or even to *Juniperus communis* — if we accepted the supposition that they are abnormally shaped, which is a frequent occurrence with this species.

4. *Betula* sp. In the strata 2–6 were found quite numerous seed scales, in the upper horizons of the peat (5 and 6) quite well preserved leaves. The greater part of the scales and seeds belong either to *Betula verrucosa* or to *Betula pubescens* (they might also belong to *Betula carpatica* or *Betula tortuosa*) since however it is impossible to differentiate definitely these species by their scales and fruits, they have all been presented within the collective name *Betula »alba«*. A part of the fruit scales and seeds belong to *Betula nana*. Of the species *Betula humilis*, eight leaves were found in a more or less damaged condition, they have the characteristic serration of this species and two of them best preserved show by the shape of the leaf and its size their identity with this species, which, by the way, varies considerably with regard to these particular characteristics.

Other species (resp. genres) of land plants enumerated on Table I and the whole group of swamp plants do not need detailed explanations. It should be only noted with regard to the species *Carex*, whose fruits appear frequently in the diluvium of Hamarnia that detailed investigation of this material would permit us undoubtedly to specify ten or more species; I have not however conducted this research owing to the lack of sufficient comparative material at my disposal.

Let me pass to some remarks on some water plants, from Hamarnia.

5. *Ceratophyllum demersum*. The fruits of this species, quite numerous especially in the horizon 3, are already at the first

glance smaller than the oft encountered fruits of this plant in other diluvial deposits in Poland. Below, in Table II, I am comparing the size of the fruits of *Ceratophyllum demersum* from Hamarnia with the interglacial fruits from Samostrzelniki near Grodno; the given dimensions were measured with micrometre, along the longer axis of the fruits, without reckoning the spikes. As we see, the fruits of *Ceratophyllum* from Samostrzelniki oscillate between 3.5—5.1, and have an average size of 4.2 mm, while the fruits of this plant from Hamarnia oscillate with regard to their size between 2.7—4.4, and their average size is 3.4 mm.

Considering that both in Hamarnia and in Samostrzelniki the fossil fruits were taken from several points and various horizons deposited during a long period of time, we must accept that the proved difference in size of the fruits of *Ceratophyllum* from Samostrzelniki and Hamarnia is not accidental but a normal phenomenon requiring an explanation. In my opinion there are two possibilities: either *Ceratophyllum* living in the diluvial time in Hamarnia was, in comparison with the typical form of *Ceratophyllum*, a separate race with small fruits, now extinct, or the decrease in size of its fruits was caused by unfavourable climatic conditions at that time prevailing in Hamarnia. The latter possibility seems to me to be more probable, both on account of the undoubtedly colder climate prevailing during the diluvium in Hamarnia as compared with e. g. Samostrzelniki, and because analogical phenomena of »nanismus« are

TABLE II

	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	
<i>Ceratophyllum</i> from Samostrzelniki									3	4	5	4	8	4	7	10	13	12	7	6	2	5	1	2	2	95
<i>Ceratophyllum</i> from Hamarnia	1	0	3	3	4	4	5	12	7	2	0	5	0	0	1	0	0	1								47

known to us in the case of other species of plants from cold periods of diluvial age.

6. *Nuphar pumilum*. This boreal species occurring very rarely in Poland as a relict of the diluvial epoch, was during the diluvium in Hamarnia the chief representative of the family *Nymphaeaceae*, because, apart from it only a few seeds were found belonging to the genus *Nymphaea*; I failed to find *Nuphar luteum* in Hamarnia, which is a species very frequently to be found in other interglacial deposits.

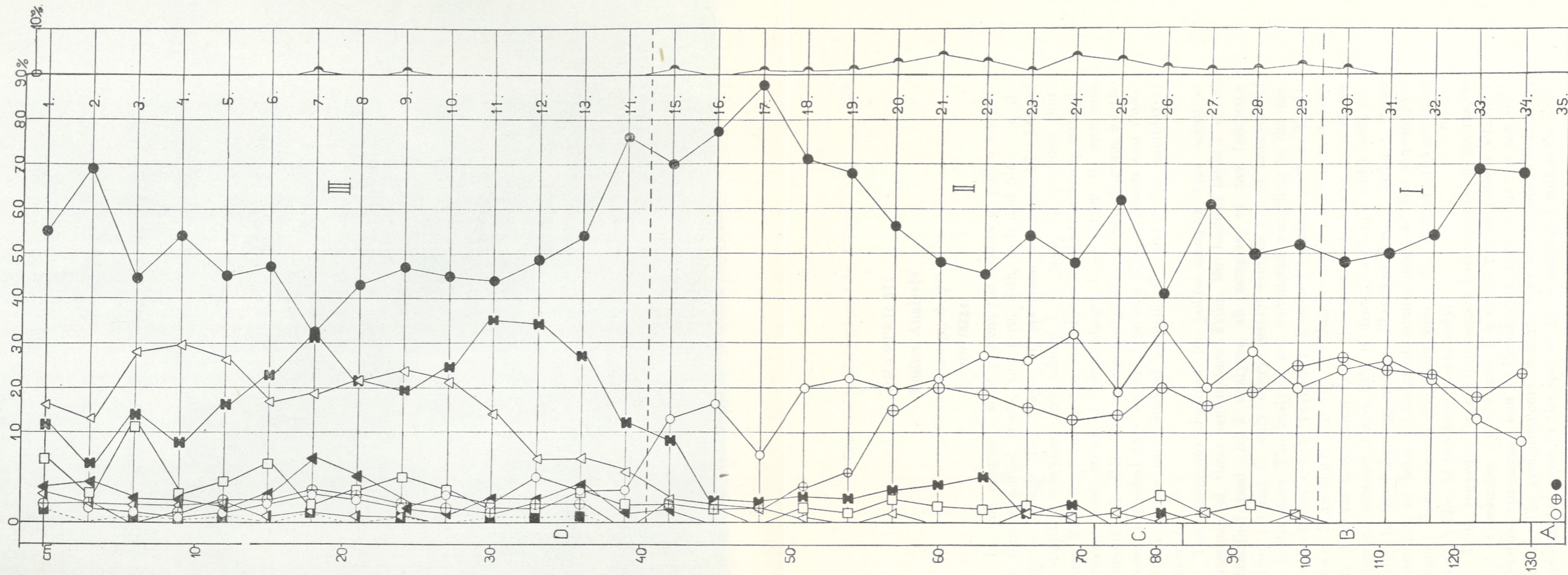
Nuphar pumilum can easily be distinguished from *Nuphar luteum* by the size of the seeds and the anatomical structure of the fruit shell. With regard to size I compared the fruits of *Nuphar luteum* from the interglacial from Samostrzelniki with the fossil fruits from Hamarnia and found the following differences:

<i>Nuphar luteum</i> from Samostrzelniki	Smallest seeds	Largest seeds	Average size of seeds
	3·8 mm	5·2 mm	4·6 mm
<i>Nuphar pumilum</i> from Hamarnia	2·9 mm	3·6 mm	3·2 mm

With regard to the anatomical structure the seeds of both species of the genus *Nuphar* differ in that *Nuphar pumilum* has smaller cells of the epidermis. These differences are more accurately shown on the illustrations 8—11 on Plate 1.

The abundant appearance of *Nuphar pumilum* especially in the lower part of the diluvial deposit in Hamarnia points to the fact that unfavourable climatic (termic) conditions predominating at the time, exercised their influence on the water flora, and protected in it species of boreal origin.

7. *Potamogeton* sp. variae. *Potamogeton* are represented in the diluvial flora of Hamarnia very abundantly and they are absent only in the uppermost part of the stratified peat, where, on account of the invasion of the water by mosses the conditions of existence for them were very unfavourable. I have examined in passing several hundred fruits of *Potamogeton* and have defined only five species; in reality the number of species is much larger; unfortunately however it was impossible to define them accurately without large comparative material and biometric and anatomical study.



J. Trela: Pollen diagram of the peat from Hamarnia.



Handwritten text, likely a title or header, which is extremely faint and difficult to read. It appears to be arranged in several lines.

CHAPTER III

Pollen Analysis

investigated by

JAN TRELA.

In this chapter I shall present the results of pollen analysis of four specified strata, the 3-rd, 4-th, 5-th and 6-th, i. e. the »gytja« (diagr. I — layer *B*, specimen numbers 27—34), of a slightly stratified peat (diagr. I — layer *C*, specimen numbers 25—26), forming the transition to the overlying strongly pressed and stratified peat (diagr. I — layer *D*, specimen numbers 1—24). The strata designated on the diagram by the letter *A* yielded only traces of pollens (*Pinus*, *Betula* and *Salix*) in the upper part situated immediately under the complex of layer *B*.

The specimens destined for pollen analysis were taken at intervals of three centimeters. From the highest layer i. e. the stratified peat (*D*) I analysed all samples; of the following layer (*B* and *C*) only every second sample i. e. at intervals of 6 centimeters. The analysis was conducted according to the method of von Post, frequently described by many authors (Erdtman, Rudolph, Firbas) so that we shall not discuss it here. In diagram a deviation from the usual was made in that the interval between 0 and 10% is drawn in double width with relation to the following widths. This was done in order to avoid partially at least a too great condensation of the conventional signs. Moreover on the right side of the diagram the curve of larch pollen is presented separately.

With regard to this latter species I encountered in the majority of samples from almost the whole profile pollens which in external appearance and in dimensions were similar to the larch pollen. The measurements of more than ten pollens which in our opinion belonged to the species *Larix* oscillated within the limits given by Gerasimow (70—92 μ in 1930). An indirect proof of the presence of the *Larix* pollen in our formations are the numerous macroscopic relicts in the shape of a great many cones and needles, a fact mentioned in the foregoing chapter. In spite of the divergence of the opinions of authors concerning the preservation of the larch pollen in peat and other deposits acces-

sible to pollen analysis (Gerasimow, Gams, maintain that larch pollen may be preserved, Firbas and others are of the contrary opinion) we can accept the fact that in our deposits we are dealing with really preserved pollens of this species under discussion ¹⁾.

In order to define, approximately at least, which species of pines (*Pinus*) we are dealing with in the peat of Hamarnia, I have conducted pollen observations in three parts of the profile, measuring 200 pollens in each part (see Fig. 1—3). In the lowest

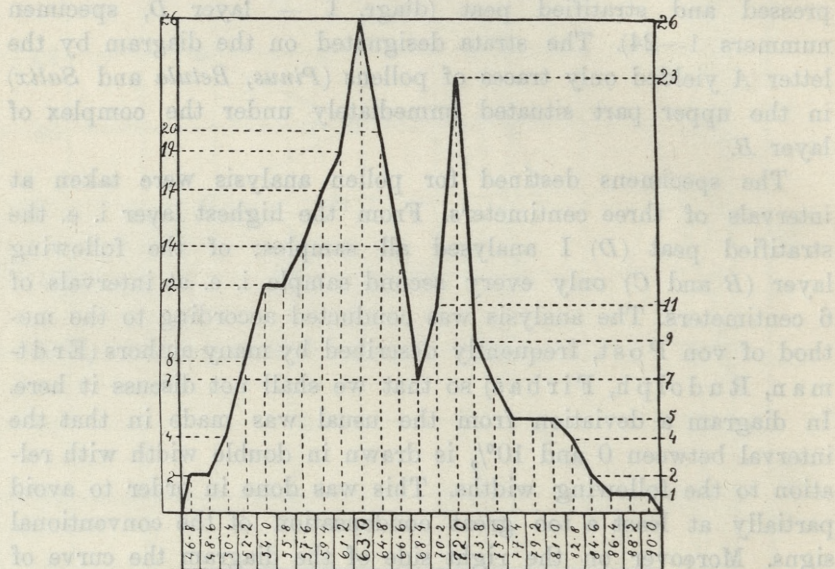


Fig. 1.

part of the profile (specimens 27—34) as shown by Fig. 1, the curve obtained from pollen measurements has a wide span (47—90 μ) and two peaks (at 63 and 72 μ). For the sake of comparison I am quoting the pollen measurements performed by several authors:

They yielded the following results:

¹⁾ This matter which is so important for the stratigraphy of diluvial and alluvial peats will be critically discussed in a separate paper.

<i>Pinus silvestris</i>	48—65 μ	(Dokturowsky)
"	"	36—72 "
"	"	29—70 " (Stark)
"	"	45—75 " (Dyakowska)
<i>Pinus montana</i>	60—70 "	(Dokturowsky)
"	"	52—70 " (Furrer)
"	"	50—79 " (Stark)
"	"	60—95 " (Dyakowska)
<i>Pinus Cembra</i>	60—84 "	(Dokturowsky)
"	"	60—83 " (Furrer)

The wide span of our first curve contains in it all measurements computed above. Consequently we may accept the fact that in the lowest part of the analysed profile all the three species of our pine (*Pinus silvestris*, *Pinus montana* and probably also *Pinus Cembra*) have deposited their pollens.

The centre of the profile (specimens 19—26) has shown a somewhat smaller span of the curve of the pine (Fig. 2, 45—79 μ), with only one culmination.

Considering the span of the curve it is possible that in this layer we are dealing also with a combination of at least two first species of pine i. e. *P. silvestris* and *P. montana*, with a predominance of the first. This is testified by the shifting of the culmination of our curve (59.4 μ) towards the left, which lies nearer the top for *Pinus silvestris* (according to Stark 53.7 and 55.7 μ) and farther from the top for *Pinus montana* (67.3 μ).

The pollen analysis of the pine from the upper part of the profile (specimens 1—18) yielded a curve with a considerably smaller span (fig. 3, 43—73 μ) whereby its peak coincides almost exactly with the peak of the characteristic curve of changeability for *Pinus silvestris* (Stark 55.7 μ). It follows that in the upper part of our profile the pollen was only deposited by the common pine alone.

The above considerations lead us to the supposition, that in phase I (diagr. I) there grew in the neighbourhood of Hamarnia at least 2 species of pine i. e. *Pinus silvestris* and *Pinus montana*, perhaps also *Pinus Cembra*; that later in phase II (diagr. I) a predominance was slowly achieved by *Pinus silvestris* and that *Pinus montana* retreated before it; and finally that in phase III

(diagr. I) there existed in the neighbourhood of Hamarnia only *Pinus silvestris* alone.

The interpretation of climatic changes on the basis of a complete picture of pollen analysis, represented on our pollen diagram is in complete harmony with this supposition.

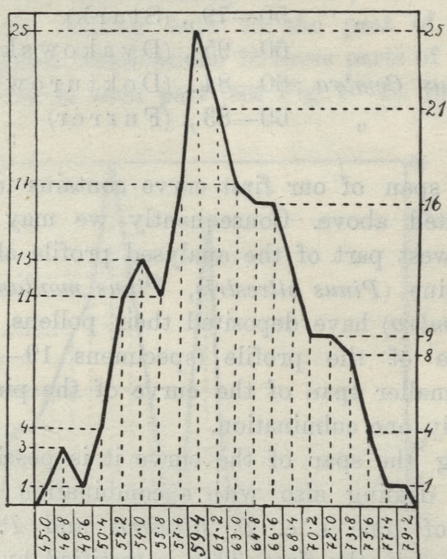


Fig. 2.

Detailed results of this pollen analysis are presented on Table III and in the pollen diagram. In interpreting them we may differentiate in the complex of diluvial strata under discussion, three fundamentally different phases in the development of flora in relation to the changes of climate.

Phase I (samples 30—35).

The average percentages characteristic of this phase are given in the following combination:

<i>Pinus</i>	57.0%
<i>Betula</i>	19.0%
<i>Salix</i>	23.0%
<i>Larix</i>	1.0%
together:	100.0%

In the above combination we notice the scarcity of tree species in this phase and the predominance of coniferous forests composed of tree species not demanding special thermic conditions. *Pinus* is represented here by the tall growing species *Pinus silvestris* and (probably) *Pinus Cembra* and by the low growing *Pinus montana*. Next to pines the larch plays an important

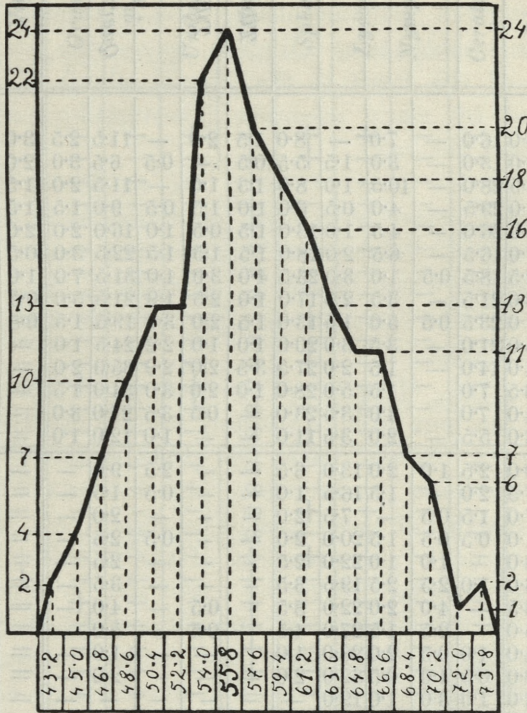


Fig. 3.

role although its pollen has been found but in a very small percentage. The proof however may be provided by the very abundant macroscopic relicts of this tree accumulated predominantly in the deposits of this phase in particular. This divergence, of the picture presented by pollen analysis from the picture presented by the macroscopic analysis of the quantity of larch relicts proves clearly that the pollen of this tree as a rule is preserved only in very small quantity in a fossil state. Consequently without macroscopic relicts, the pollen relicts alone can-

Nr. of sample	Thickness in m.	Layers														
		<i>Pinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Larix</i>	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Quercus</i>	<i>Tilia grandifolia</i>	<i>Tilia parvifolia</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Quercetum mixtum</i>	<i>Fagus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Acer</i> (?)	<i>Corylus</i>	<i>Salix</i>
1.	0-00	55-0	16-0	—	7-0	—	8-0	1-5	2-0	—	11-5	2-5	3-0	1-0	2-0	2-0
2.	0-03	69-0	13-0	—	3-0	1-5	5-5	0-5	—	0-5	6-5	3-0	2-0	—	—	2-0
3.	0-06	44-5	28-0	—	10-5	1-0	8-0	1-3	1-0	—	11-5	2-0	1-5	0-5	0-5	—
4.	0-09	54-0	29-5	—	4-0	0-5	6-0	1-0	1-5	0-5	9-0	1-5	1-5	—	0-5	0-5
5.	0-12	45-0	26-0	—	4-5	1-0	13-0	1-5	0-5	1-0	16-0	2-0	2-0	—	1-0	2-5
7.	0-15	47-0	16-5	—	6-5	2-0	18-0	1-5	1-5	1-5	22-5	3-0	0-5	—	—	2-0
6.	0-18	32-5	18-5	0-5	1-0	3-0	23-5	4-0	3-0	1-0	31-5	7-0	1-0	—	1-5	3-0
8.	0-21	43-0	21-5	—	3-5	2-5	17-0	1-0	2-5	1-9	21-5	5-0	0-5	—	—	2-5
9.	0-24	47-0	23-5	0-5	5-0	1-5	13-0	1-5	2-0	3-0	19-5	1-5	0-5	—	0-5	1-0
10.	0-27	45-0	21-0	—	3-5	3-0	20-0	1-0	1-0	2-2	24-5	1-0	—	0-5	—	1-5
11.	0-30	44-0	14-0	—	1-5	2-0	27-5	3-5	2-0	2-9	35-0	2-0	—	—	0-5	1-0
12.	0-33	48-5	7-0	—	1-5	5-0	28-0	1-0	2-0	3-0	34-0	1-5	—	—	0-5	2-0
13.	0-36	54-0	7-0	—	4-0	3-5	23-0	—	0-5	3-5	27-0	3-0	—	—	0-5	2-0
14.	0-39	76-0	5-5	—	2-0	3-5	11-0	—	—	1-0	12-0	1-0	—	—	—	—
15.	0-42	70-0	2-5	1-0	2-0	13-0	6-5	—	—	2-5	9-0	—	—	—	—	2-0
16.	0-45	77-5	2-0	—	1-5	16-5	1-0	—	—	0-5	1-5	—	—	—	—	1-5
17.	0-48	87-0	1-5	0-5	—	7-5	2-0	—	—	—	2-0	—	—	—	—	1-5
18.	0-51	71-0	0-5	0-5	1-5	20-0	2-0	—	—	0-5	2-5	—	—	—	—	4-0
19.	0-54	68-0	—	1-0	1-0	22-0	2-5	—	—	—	2-5	—	—	—	—	5-5
20.	0-57	56-0	1-0	2-5	2-5	19-5	3-5	—	—	—	3-5	—	—	—	—	15-0
21.	0-60	48-5	—	4-0	2-0	22-0	3-5	—	0-5	—	4-0	—	—	—	—	20-0
22.	0-63	45-0	—	2-5	1-5	27-0	4-5	—	0-5	—	5-0	—	—	—	—	18-5
23.	0-66	54-0	1-0	0-5	2-0	26-0	1-0	—	—	—	1-0	—	—	—	—	15-5
24.	0-69	48-0	0-5	4-0	0-5	32-0	2-0	—	—	—	2-0	—	—	—	—	14-0
25.	0-75	62-0	1-0	3-0	1-0	19-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14-0
26.	0-81	41-0	0-5	1-5	3-0	33-5	1-0	—	—	—	1-0	—	—	—	—	20-0
27.	0-87	61-0	1-0	1-0	1-0	20-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16-0
28.	0-93	50-0	—	1-0	2-0	28-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19-0
29.	0-99	52-0	1-0	2-0	1-0	20-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25-0
30.	1-05	48-0	—	1-0	—	24-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27-0
31.	1-11	50-0	—	—	—	26-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24-0
32.	1-17	54-0	—	—	—	23-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23-0
33.	1-23	69-0	—	—	—	13-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18-0
34.	1-29	68-0	—	—	—	9-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23-0
35.	1-32	A.	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+

1) + indicates the presence.

∞ indicates the presence of numerous specimens.

— indicates the absence.

L E III

Floristic and climatic phases.	III.										II.										I.																			
<i>Ericaceae</i> (pollen)																																								
<i>Nuphar</i> (pollen)																																								
<i>Gramineae</i> (pollen)																																								
<i>Typha</i> (pollen)																																								
<i>Umbelliferae</i> (pollen)																																								
<i>Athyrium</i> (spores)																																								
<i>Sphagnum</i> (spores)																																								
<i>Lycopodium</i> (spores)																																								
<i>Nymphaeaceae</i> (idio-blastes)																																								
<i>Ceratophyllum</i> (hairs)																																								
<i>Diatomeae</i> (cells)																																								
<i>Filicinae</i> (sporangiums)																																								
<i>Carex</i> (roots)																																								

not characterise the actual participation of this tree in the composition of the forest. If we find such a very small quantity of the pollen along-side with considerable actual participation of the larch in phase I of the diluvium in Hamernia, it is clear that in other cases, if accidentally its macroscopic relicts should be lacking we might fail to find any larch pollen in those deposits and so draw the wrong conclusion about the non-existence of this tree in the investigated climatic phase. It is a warning for us how critically one should treat all data concerning an apparently proved lack of the larch in the diluvial alluvia of Central Europe, accepted by many scientists investigating peat bogs by means of pollen analysis.

Considering this state of facts, we should, in my opinion, be very careful before we accept the existence of the so called larch phase only in Poland and Russia during the subarctic (resp. pre-boreal) period, which is said to differentiate facially this part of Central and North-eastern Europe from the rest of Central and Western Europe.

Out of the 19% of pollen in the first phase belonging to the genus *Betula*, one part belongs probably to the arctic species *Betula nana*, one part to *Betula »alba«* and perhaps also to *Betula humilis*. We draw these conclusions on the basis of the existence of macroscopic remains of these species, because in this case we have not carried through measurements of the size of birch pollens.

Phase II (samples 15—29).

The average percentages of the pollens of trees and shrubs in this phase are the following:

<i>Pinus</i>	57.0%	
<i>Larix</i>	2.0%	
<i>Picea</i>	1.0%	
<i>Betula</i>	21.0%	
<i>Salix</i>	12.0%	
<i>Alnus</i>	2.0%	
<i>Fagus</i>	0.5%	
<i>Quercus</i>	3.0%	} <i>Quercetum mixtum</i> 4.5%
<i>Tilia parvifolia</i>	0.5%	
<i>Ulmus</i>	1.0%	
together:	100.0%	

In this phase also the genus *Pinus* next to birch and willow retains its quantitative predominance. Beside these trees there appear others like spruces (*Picea*), oaks (*Quercus*), elms (*Ulmus*), linden (*Tilia parvifolia*), alder (*Alnus*), and also beech (*Fagus*).

The succession in regard to time of the appearance of the components of *Quercetum mixtum* is such that the oak appears first then the linden and lastly the elm.

Phase III (samples 1—14).

The average percentage of pollens in this phase is the following:

<i>Pinus</i>	. . . . .	50.0%	
<i>Picea</i>	. . . . .	17.0%	
<i>Larix</i>	. . . . .	0.5%	
<i>Alnus</i>	. . . . .	4.0%	
<i>Betula</i>	. . . . .	2.3%	
<i>Fagus</i>	. . . . .	2.5%	
<i>Acer</i>	. . . . .	0.6%	
<i>Quercus</i>	. . . . .	15.5%	} <i>Quercetum mixtum</i> 20.5%
<i>Tilia parvifolia</i>	. . . . .	1.6%	
<i>Tilia grandifolia</i>	. . . . .	1.7%	
<i>Ulmus</i>	. . . . .	1.7%	
<i>Corylus</i>	. . . . .	0.8%	
<i>Salix</i>	. . . . .	1.8%	
	together:	100.0%	

The forests of this phase differ considerably from the forests of the preceding phase. Their characteristic feature is a considerable decrease in birches and willows whose pollen percentages are reduced to minimum. The second fundamental difference is provided by the important rise of the curve for the *Quercetum mixtum* (max 35%) in which there appears *Tilia grandifolia* as one important component. Among the undergrowth of this forest there appears at this time (in small quantities) hazel (*Corylus*). Of other characteristic features we should note an increase in the percentage of spruce and beech.

CHAPTER IV

The history of the changes in flora and climate

On the basis of macroscopic and microscopic analysis of the flora of the diluvium im Hamarnia the results of which were

presented in the foregoing chapters, we can reconstruct the picture of the historical successions in the flora and the climate of this fraction of diluvium.

Progressing from the bottom upwards we may differentiate in Hamarnia the following periods:

1) The cold period of coniferous trees. It is represented by a flora whose relicts are found in strata 1—2 (see Table I, pp. 7; *B* in pollen diagram.) of the bottom of our profile, lying on tertiary loams under the peat.

a) Forest flora:

- Larix polonica*, as the predominant species.
Pinus silvestris, equally common.
Pinus montana, shown in pollen analysis (its macroscopic relicts uncertain).
Pinus Cembra? judging from the results of biometric measurements of its pollen the presence of this tree seems probable.
Salix sp., occurs frequently (it was not possible to determine species).
Betula sp., occurs frequently though it is impossible to define species accurately; side by side with type of *Betula* »*alba*« there existed probably also types *Betula nana* and *Betula humilis*.
Juniperus sp., impossible to define the species more accurately.
Rubus sp., idem.

b) Swamp flora: *Alisma Plantago*, *Bidens tripartitus*, *Carices* sp. var., *Filipendula ulmaria*, *Polygonum persicaria*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium ramosum*, *Typha* sp. (pollen) and of determined mosses: *Calliergon giganteum*.

c) Water flora: *Ceratophyllum demersum* (in the form with small seeds), *Nuphar pumilum* (abundantly), *Nymphaea* cf. *alba* (rarely), *Potamogeton* sp. var. (abundantly).

On the basis of this list of plants which existed in Hamarnia

in the first period we may characterise shortly the contemporary flora and climate in the following way:

It was a period of a cold and continental climate, with conditions similar to those of present day Siberian Tajga. Larch forests intermixed with pine, birch and willow (perhaps also with *Pinus Cembra*) with a sparse undergrowth of juniper and bramble, and with *Pinus montana* in patches. Swamps and waters containing flora of comparatively few species, among which an important role was played by the Microterms: *Nuphar pumilum* and *Calliergon giganteum*. Pollen analysis which apart from the species *Pinus*, *Larix*, *Betula* and *Salix*, showed in the first period no pollen of any other species of trees proves that a flora of this type was then occupying larger areas in the environs of Hamarnia.

2. Transition period. The flora from the complex of deposits belonging to phase *C* (according to pollen diagram) and to the strata 3, 4 and 5 (partly) forms a transitory link between the first and third periods.

a) Forest flora, apart from larch, pine (with a predominance of *Pinus silvestris*), birch (among them also *Betula nana*), and willow was also characterised by the appearance of the first components of *Quercetum mixtum*, i. e. the first of these trees to appear was *Quercus*, the second *Tilia parvifolia* and the last *Ulmus*. There appear also in small quantities, apparently blown in by winds from greater distances: *Alnus*, *Picea* and *Fagus*. Among shrubs there occur: *Vaccinium uliginosum* and *Rubus* sp.

b) Swamp flora, shows great similarity to that of the first period. Among new species there occur: *Heleocharis palustris*, *Lycopus europaeus*, *Menyanthes trifoliata* and *Rumex maritimus*.

c) Water flora is enriched by the appearance of *Hippuris vulgaris*, new species of *Potamogeton trichoides* and *P. pusillus*, and by *Najas flexilis*, a species requiring better thermic conditions.

3. A warmer period.

a) Forest flora. Next to coniferous trees i. e. larches, pines (only *Pinus silvestris*), and spruces (in increasing numbers) this period is characterised by a considerable increase in quantity and quality of elements of *Quercetum mixtum* (20.5%), where next to

Quercus, *Tilia parvifolia* and *Ulmus* we should stress the appearance of *Tilia grandifolia* (= *T. platyphyllos*) and of small quantities of hazel (*Corylus*) and *Alnus*. The beech also begins to appear more frequently. At the same time there occurs a decrease in quantity of willows (*Salix*), and birches (*Betula*) although of these last, there continue to exist as relicts of the earlier periods the northern species: *Betula nana* and *Betula humilis*.

b and c) Swamp and water flora show a considerable decrease both in quantity and in quality; this however cannot be attributed to changes in climate but should be explained by the invasion in the water of the water mosses (chiefly species of the genus *Drepanocladus*, among them *Drepanocladus Sendtneri*) and by bad conditions for the preservation of remains of other plants.

The climate of the third period was considerably warmer than that of the two preceding ones.

CHAPTER V

The interglacial age of fossil flora

At the end of the first chapter we have stated that the deposits of peat and mould (gyttja) in Hamarnia lie under the glacial (fluvioglacial) formations of the greatest Polish glaciation (Cracovien) i. e. that they are older than it. Since lined with sands and diluvial loams they lie on the tertiary Krakowiec-loams, their age considered on the basis of their position in the profile alone could be determined with equal probability as pre glacial or interglacial. If we remember that till now no glacial formations have been found in the plain of Sandomierz older than the oldest glaciation (Cracovien) the first supposition might appear more probable.

This problem has been solved in a definite way — I think — by the microstratigraphy of the complex of strata containing relicts of flora as conducted in the foregoing chapters. We have proved there that the series of the development of flora of this complex of sedimentary deposits is composed stratigraphically of three levels which, in merging into one another without any interruption, present to us a picture of long development of flora, beginning with the lowest stratum of flora of coniferous forests having a character of Siberian tajga, up to the uppermost stra-

tum of flora of mixed forest existing in much warmer climate. Consequently it is a series of a distinctly interglacial character.

This conclusion draws with it as a logical consequence the acceptance of the fact that there existed in the Polish plain a glacial period older than the glaciation Cracovien, which I called in my last note about the Hamarnia flora published in the collective report in the VI Annual Publication of the Polish Geological Society in 1930 by the name Jaroslavien, while the interglacial described between Cracovien and Jaroslavien I called Sandomirien.

I maintain these names now. They are a natural complement of the Polish stratigraphic and diluvial terminology proposed by myself in 1928. I do this with the conviction that the stratigraphy and microstratigraphy of the Polish diluvium are now entering a stage of marked development and require their own stratigraphic conceptions which should serve them until we succeed in connecting the stratigraphy of the Polish diluvium in a clear and irrefutable way with the stratigraphy of the diluvium of the rest of Europe.

The existence of a long and independent interglacial period situated between the maximal glaciation (Cracovien) and the older glaciation Jaroslavien is a proof of the fact that this last glaciation was a independent phenomenon, comparable with the younger glaciations in Poland. In this way we can finally establish the number of four Polish glaciations and three interglacials lying between them in the following order:

I. The first, oldest glacial: Jaroslavien (L_2 of the Polish authors; according to H. Gams (1930) identical with the German glaciation Elstereiszeit).

The existence of this glacial whose area in Poland has not yet been examined in detail is documented by the discovery in several points of Poland of the deepest remains of a washed out and strongly decomposed moraine (J. Lewiński, J. Premik, Kuhl and others) and by the important discovery by J. Czarnocki (1930) of the four phases of the glaciation in the Holy Cross Mountains.

¹⁾ Władysław Szafer: »An Outline of the Stratigraphy of the Polish Diluvium, based on floristic research«. Kraków, 1928, Vth Annual Publication of the Polish Geological Society (in German).

The glacial flora (i. e. the flora of a forest-less tundra) of this period in Poland is not as yet known.

A. The first interglacial: Sandomirien (according to H. Gams (1930) corresponding to the interglacial of Western Europe called by him Cromerien).

The chief document establishing the existence of this interglacial is the flora from Hamarnia described in this paper and, further, the unfortunately not yet closely investigated fluvioglacial deposits and interglacial deposits with remains of forest flora from the environs of Piotrków (J. Lewiński), the analogical deposits with badly preserved flora from the plain of Sandomierz (J. Czarnocki and Kuhl) and the analogical deposits in Błonie and Sochaczew discovered in the borings (B. Halicki).

II. The second glacial: Cracovien, (L_3 of the Polish geologists; according to H. Gams (1930) corresponding to the German glaciation Saalezeit). It is the maximal glaciation in Poland with a rather well known course of the front moraines, documented by a series of fossil floras of the type of forest-less tundra, which I have put together lately in my recent paper on the Stratigraphy of the Polish Diluvium (Szafer 1928). To the number of glacial floras enumerated there, there have been added in the course of the last two years: the Dryas-flora from the period of the regression Cracovien from the environs of Przemyśl on the river san (Barycz — Walawa) discovered by Polański in 1928, and investigated now by S. Kulczyński; the lower strata of fossil flora of the same period discovered in Olzewice (J. Lilpop and J. Trela) and the analogical glacial deposits lying in the river basin of middle Warta, Widawka and Prosna (J. Premik, and K. Piech 1930). Further investigations will show whether at the bottom of the interglacial in Bedlno (E. Passendorfer 1930), there will be found glacial flora of the regression of Cracovien. Here probably belongs also the fossil flora of Starunia (Szafer 1930).

B. The second interglacial: Masovien I. (according to H. Gams (1930) corresponding to the interglacial Rabutzerien in neighbouring countries). The fossil floras of this interglacial in Poland are best investigated and their rich microstratigraphy is based not only on macroscopic analysis but partially also on microscopic pollen analysis a fact which in this case has a par-

ticular importance. To the series of florae belonging here and enumerated by me in my report of 1928 there were added in the last two years: the interglacial flora from Olszewice (J. Lilpop and J. Trela 1929); the analogical flora from the banks of middle Warta, Widawka and Proсна (K. Piech 1930) and finally the flora from Bedlno (E. Passendorfer 1930; flora in my manuscript 1931).

III. The third glacial: Varsovien I. (L_4 and L_4 , i. e. the central Polish glaciation of the Polish geologists; according to the Warta glacial resp. to the moraines Lüneburg — Fläming in Western Europe).

To the florae presented by me (l. c.) in 1928 as documenting this glacial, there were added in the last two years the following florae of the period of the transgression of the northern glacier: the upper flora in Olszewice (J. Lilpop and J. Trela 1929); the analogical flora in Szczerców and other places on the banks of middle Warta (K. Piech 1930 and 1931) and the upper flora in Bedlno (now investigated by the author and J. Trela),

C. The third interglacial: Masovien II. (according to H. Gams (1930) corresponding to the interglacial Rixdorfien). The fossil flora of this period in Żoliborz near Warsaw which I characterised in passing in 1928 (l. c.) on the basis of microscopic analysis of one sample, has been described in 1930 by J. Raniecka on the basis of pollen analysis conducted by her on a whole series of lake formations and fossil peats. A detailed macroscopic analysis of these deposits, extremely important for the stratigraphy of our diluvium, has not yet been worked out¹).

IV. The fourth Glacial: Varsovien II. (L_4 and L_5 of the Polish geologists; according to H. Gams (1930) identical with the Vistula glaciation).

The flora from the time of the transgression of this glaciation lies — it would seem — in the upper interglacial series in Żoliborz probably also in Żydowszczyzna. Fossil florae from the times of the regression have been enumerated in my report in 1928 (l. c.) and recently J. Premik has discovered a new place where it

¹) According to the observations effectuated during the excursion of the Polish Geological Society under the direction of Prof. Dr. J. Nowak, the interglacial layers of Timoszkowice and Żydowszczyzna belong also to Mazovien II. (This note is made during the print of this paper, July 1931).

occurs in the down of »postglacial-diluvial« peat deposit in Kopniska near Częstochowa, remarkable for a great quantity of *Betula nana*.

D. Postglacial period i. e. the so-called Alluvial period. Which in the character of the climate and floral changes in very many peat bogs of this period shows striking similarity to the analogical changes in interglacial periods, a fact from which both the author and other scientists conclude that it is our contemporary interglacial, now nearing its decline.

CHAPTER VI

A comparison of the Hamarnia interglacial with other interglacials in Poland

Before I pass to the subject itself I wish to discuss briefly the principles of the stratigraphic division of the diluvium and its terminology.

When I introduced for the first time a stratigraphic division into the part of Polish diluvium represented in the deposits of this age in Żydowszczyzna and Samostrzelniki near Grodno (1925) I called the various stratigraphic zones »phases« and gave them names analogical to those introduced by Blytt and Sernander to the stratigraphy of post-glacial peats. I have done so in order to prove more clearly my thesis about the real similarity of historical successions in flora and climate of the Grodno interglacial with those of the post-glacial period.

In 1928 in my first attempt at the stratigraphy based on floristic research of what was then known as the entire Polish diluvium, I introduced a division into stages (Stufen) and these I divided into zones (Stockwerke) designating them by Greek letters (from α to σ). In the same year (1928) independently of me, K. Jessen and V. Milthers introduced a similar stratigraphic division of the Danish diluvium, by differentiating stages within the »last« interglacial into three sub-stages and in designating the differentiated zones by Latin letters (a to n).

Considering that the stratigraphy of the diluvium founded on a floristic basis is now but in the early stage of development and consequently requires a simple and elastic scheme, I came to the conclusion that such a scheme, will be achieved only in the

case when every glacial period and every interglacial period will for the present dispose of their own signs for their zones, designated by means of consecutive letters of the alphabet. In order to make clear to which stage of a fraction of the diluvium a particular zone belongs, I am accepting for Poland [in accordance with the scheme proposed by H. Gams (1930)] the following abbreviations:

- Jar. α , Jar. β etc. — designate (resp. will designate) stage α , β , etc. of the zone of Glacial I i. e. Jaroslavien.
- San. α , San. β etc. — designate the zones in Interglacial A i. e. Sandomirien.
- Crac. α , Crac. β etc. — the zones of Glacial II i. e. Cracovien
- Maz. I α , Maz. I β etc. — zones of Interglacial B i. e. Mazovien I.
- Vars. I α , Vars. I β etc. — zones of Glacial III, i. e. Varsovien I.
- Maz. 2 α , Maz. 2 β etc. — zones of Interglacial C i. e. Mazovien II.
- Vars. 2 α , Vars. 2 β etc. — zones of Glacial IV i. e. Varsovien 2.

In accepting the above proposition we achieve a complete freedom in working on the detailed development of the stratigraphy of the Polish diluvium a thing impossible in the previous scheme.

In cases where in the succession of the strata there occurs a hiatus or when a series of zones investigated by us proves incomplete and does not include the whole of a stage, and when in such cases we cannot establish, by analogy with other contemporary complete series of zones, the signs for the zones investigated, I propose that letters should be used in brackets e. g. San. (α), San. (β) etc.

After these practical remarks I return to my subject i. e. to the comparison of the interglacial in Hamarnia described above with other interglacials in Poland from a floristic and climatic point of view.

The interglacial in Hamarnia does not contain a complete series of Sandomirien. The hiatus at the bottom (if it exists at all) is very small, but in the top it is certain that several zones are lacking. It ensues therefore from the fact that the upper surface of the sheet peat shows distinct traces of having been washed off by running water (see above) and from analogy with certain series of zones of other younger Polish interglacials. For this reason in the stratigraphic division of the Hamarnia interglacial we shall use for the designation of the zones letters in brackets.

In accordance with the facts presented in the foregoing chapters the stratigraphy of the diluvial deposits in Hamarnia (progressing from bottom upwards) present the following picture:

Stage	Zones	Character of climate
I. Interglacial Sandomirien.	(α) coniferous forest composed of <i>Larix</i> and <i>Pinus</i> , with an admixture of <i>Salix</i> and <i>Betula</i> ; in the water the microthermic flora with <i>Nuphar pumilum</i> .	Cold and continental climate corresponding to the region of coniferous forests near the polar line of forests.
	(β) side by side with the coniferous trees of the preceding period there appear <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i> etc; in the water there appears <i>Najas flexilis</i> .	Forest climate, warmer than the foregoing (α) but still continental.
	(γ) coniferous trees and microthermic deciduous trees recede gradually before trees of the type <i>Quercetum mixtum</i> ; there appears hazel and spruce becomes more frequent.	Forest and temperate climate with still distinct features of continentalism which are gradually receding.

H. Gams (1930) having included on the basis of my temporary note (Szafer 1930) the Hamarnia interglacial to the interglacial Cromerien, regards the following Interglacials in Europe as contemporary with it: the strata with *Nematurella* from the environs of Copenhagen, the older interglacial from

Jutland (Starup and others) and from Schleswig and Holstein; the *Paludina*-strata from the environs of Berlin, Phöben etc.; of the Russian interglacials those of Odinzowo, Lichwin and Woronež, further, interglacial peat from Aue in the Harz Mountains, the mould (gyttja) from Krölba in Thüringen, the deposits in the valley of the river Leine, various deposits from the environs of Stuttgart and Cannstadt, finally the flora from Hötting near Innsbruck and — with some reservations — the interglacial floras from Pianico-Sellere, Leffe Calprino, Noranco and Ré. The inclusion of the above fossil floras to the interglacial Cromerien must be considered as temporary. Gams too considers it in that light, at least with regard to some of them¹). Speaking of doubts arising in this connection I shall mention only the age of the Russian interglacials, which H. Gams regards as belonging to Cromerien while — in my opinion — they belong to the younger (second) interglacial i. e. Rabutzerien (= Mazovien I).

As far as Poland is concerned our oldest interglacial Sandomirien from Hamarnia is till the present the only one investigated from the stratigraphic point of view and consequently we have in Poland no other contemporary deposits with which we might compare it.

If we wanted to stress the most characteristic features of the Hamarnia interglacial we should enumerate the following:

1. A very continental climate manifesting itself by the long predominance of coniferous trees and especially of the *Larix* and by the lack of *Abies*.
2. A very small quantity of hazel when the forest of the *Quercetum mixtum* type was becoming more widely dispersed.

With regard to the first characteristic it is in causal relation with the fact that in this fraction of the old-diluvial time large territories in the West of Europe and probably the whole area of present day Baltic were land, i. e. the environs of Jaroslav were in this period of time very far away from western seas (see Firbas 1928). The extensive blocking of the north-west of Europe by the glacier at the time of the glaciation Jaroslavien causing in the East of Europe a cold continental

¹) The flora from Hötting, included by Gams (1930) to the interglacial Cromerien is now (1931) regarded by this author as belonging to Rabutzerien a fact of which he notified me by letter.

climate, brought to the environs of Jaroslav the flora of the Siberian Tajga type.

The second characteristic of the interglacial in Hamarnia i. e. the striking scarcity of hazel (*Corylus*) at the time when *Quercetum mixtum* was dispersing, remains in close connection with the first characteristic. It is interesting that the same feature is shown by some pollen profiles of interglacial strata of the same age in other countries a fact rightly stressed recently by H. Gams e. g. the pollen profile from Starup in Jutland (Jessen 1928).

The comparison of the Hamarnia interglacial with younger interglacials in Poland (i. e. with Mazovien I and Mazovien II) cannot unfortunately be complete so long as we do not dispose of the whole stratigraphic series of the first interglacial Sandomirien. Consequently it is best to leave this very interesting problem to the future. Here I merely wish to stress the fact that in the interglacial Mazovien I there exist regional facies differing with one another which till now are very little known. It ensues that as far as the comparison of the Hamarnia interglacial with interglacials from the period Mazovien I is concerned, we can and should compare it only with its homological facies.

Cracow, February 1931. Botanical Institute of the Jagellonian University.

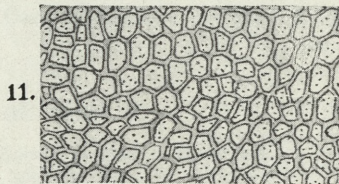
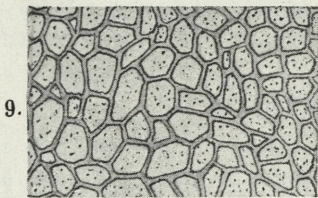
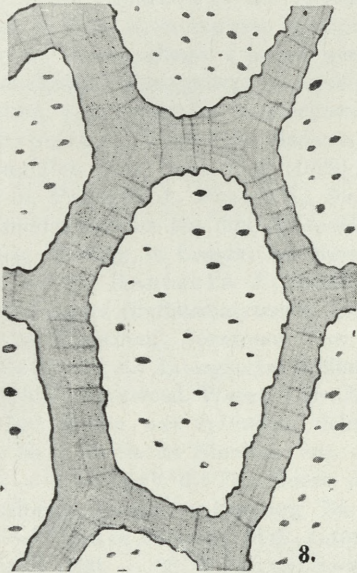
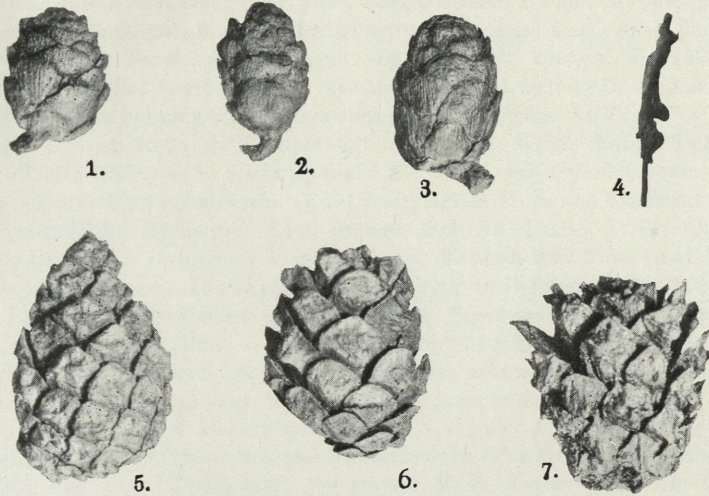
List of References¹⁾.

1. Czarnocki J.: Dyluwium Gór Św. krzyskich. Rocznik Pol. Tow. Geol. T. VII. 1930. — 2. Firbas F.: Über die Flora und das interglaciale Alter des Helgoländer Süßwassertöcks. «Senckenbergiana», Bd. 10 1928. — 3. Furrer E.: Pollenanalytische Studien in der Schweiz. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich. Jahrg. 72, 1927. — 4. Gams H.: Die Bedeutung der Paläobotanik und Mikrostratigraphie für die Gliederung des mittel-, nord- und osteuropäischen Diluviums. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. XVIII. 1930. — 5. Gerasimow D. A.: On the characteristics of the pollen of

¹⁾ A detailed list of literature concerning the diluvial floras of Poland is to be found in my paper entitiled:

W. Szafer: Entwurf einer Stratigraphie des polnischen Diluviums auf floristischer Grundlage. Annual of the Polish Geolog. Soc. Vol. VI., Kraków 1928.

Therefore I mention here only papers published during the last 3 years.



Wł. Szafer.

- Larix* and *Pinus cembra* in peat. 1930. — 6. Jessen K. and Milthers V.: Stratigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jütland and Northwest Germany. Danm. Geol. Unders. II. 1928. — 7. Kuhl J.: Kilka spostrzeżeń o utworach trzeciorzędowych i młodszych w okolicach Tarnobrzegu. (Observations sur les dépôts tertiaires et post-tertiaires des environs de Tarnobrzeg). Sprawozd. Kom. fizjogr. Pol. Ak. Umiej. T. 63. 1929. — 8. Kulczyński S.: Flora międzylodowcowa z Timoszkowicz w Nowogródzkim. (Eine interglaciale Flora aus Timoszkowitze bei Nowogródek). Sprawozd. Kom. fizjogr. Pol. Ak. Umiej. T. 63. 1929. — 9. Lewiński J.: Dyluwium Polski i Danji. Rocznik Pol. Tow. Geol. T. VI. 1929. — 10. Passendorfer E.: Interglacjał w Bedlno obok Końskich. (The Interglacial in Bedlno near Końskie). Sprawozd. Kom. fizjogr. Pol. Ak. Umiej. T. LXV, 1930. — 11. Passendorfer E.: Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1930 na arkuszu Opoczno. (Compte-rendu d. recherches géolog. faites en 1930 pour la feuille Opoczno), Warszawa 1930. — 12. Passendorfer E., Lilpop J., Trela J.: Interglacialne osady w Olszewicach pod Tomaszowem. (The interglacial formations in Olszewice near Tomaszów). Sprawozd. Kom. fizjogr. Pol. Ak. Umiej. 1929. — 13. Polanśkyj G.: Dryastone am Sanflusse. Ukr. Szewczenko Gesell. d. Wiss. Math.-naturw. Sektion. Heft IX. Lemberg, 1928. — 14. Premik J.: Sprawozdanie z badań geol. wykonanych w r. 1930 na arkuszu Częstochowa i Koziegłowy. (Compte-rendu des recherches géologiques, faites en 1930, pour la feuille Częstochowa et Koziegłowy). Warszawa 1930. — 15. Premik J. i Piech K.: Badania nad dyluwium województwa Łódzkiego. Roczn. Pol. Tow. Geol. T. 6. (1929) 1930. — 16. Passendorfer E., Lilpop J., Premik J., Piech K., Szafer W., Nowak J.: Summary of the communications on the diluvial epoch of Poland at the session of the Polish Geolog. Society in Cracov, on March 1930. Rocznik Pol. Tow. Geol. VI. 1930. — 17. Raniecka J.: Analiza pyłkowa interglacjału z Żoliborza w Warszawie. (Pollenanalytische Untersuchung des Interglaciales von Żoliborz bei Warschau). Sprawozd. Tow. Nauk. Warszawskiego. XXII. 1929. — 18. Różycki S.: Interglacjał Żoliborski. (Das Interglacial von Żoliborz bei Warschau). Sprawozd. Warsz. Tow. Nauk. tom XXII. 1929. — 19. Rydzewski Br.: Studja nad dyluwium doliny Niemna. Les études sur le quaternaire de la vallée du Niemen, Soc. d. Sc. et d. Lettr. de Wilno. Tome III. 1927. — 20. Stark P.: Die Moore des bodischen Bodenseegebietes. Ber. d. Naturforsch. Gesell. zu Freiburg. Bd. XXVIII. 1927. — 21. Szafer W.: The Diluvial Flora in Starunia. Bull. Internat. de l'Acad. Polon. d. Sc. et d. Lettr. Cracovie 1930. — 22. Sukatschew W.: Zur Flora der posttertiären Ablagerungen von Troitzkoje bei Moskau. Comptes Rendus de l'Acad. d. Sciences de l'URSS. 1928.

Explanation of Plate 1.

- 1, 2 and 3. Cones of fossil larch (*Larix polonica* Rac.) 1/1..
4. Branch of larch with two short shoots. 1/1.
- 5 and 6. Common pine (*Pinus silvestris* L.). 1/1.

Studja genetyczne nad rodzajem Aegilops. II. Morfologja i cytologja mieszańców międzygatunkowych. — Genetic studies in the genus Aegilops. II. The morphology and cytology of the interspecific hybrids.

Mémoire

de M. K. MICZYŃSKI,

présenté dans le séance du 20 mars 1931, par M. E. Malinowski m. c.

(Planches 2—13).

I. Introduction

In a communication of 1926 (26) I gave an account of some crossing experiments with the varieties of *Aegilops speltoides* Jaub. Sp. Since that time many interspecific *Aegilops* hybrids have been studied by several workers. The list of these hybrids obtained up to the present is given below:

Hybrid:	Name of the investigator:
<i>Ae. ovata</i> × <i>Ae. ventricosa</i> and recipr.	Godron, Huber, Percival, Kihara, Tschermak.
<i>Ae. ovata</i> × <i>Ae. triuncialis</i> and recipr.	Kihara, Percival, Longley and Sando.
<i>Ae. ovata</i> × <i>Ae. caudata</i> .	Tschermak.
<i>Ae. ovata</i> × <i>Ae. cylindrica</i> and recipr.	Percival, Tschermak, Aase.
<i>Ae. triuncialis</i> × <i>Ae. cylindrica</i> .	Percival, Popova.
<i>Ae. cylindrica</i> × <i>Ae. ventricosa</i> .	Percival.
<i>Ae. cylindrica</i> × <i>Ae. triaristata</i> .	Bleier.
<i>Ae. triuncialis</i> × <i>Ae. crassa</i> .	Popova.
<i>Ae. juvenalis</i> × <i>Ae. triuncialis</i> .	Popova.
<i>Ae. juvenalis</i> × <i>Ae. crassa</i> and recipr.	Popova.
<i>Ae. crassa</i> × <i>Ae. cylindrica</i> .	Popova.

It is surprising and worth to note, that all these interspecific hybrids were sterile, except few grains found occasionally in some of them. On the contrary, hybrids between the two varieties of *Ae. speltoides*: var. *Aucheri* and var. *ligustica* investigated by the writer (26, 27) showed normal fertility.

The present paper is concerned with the morphology and cytology of four interspecific *Aegilops* hybrids, viz: *Ae. speltoides* × *Ae. ovata*, *Ae. ovata* × *Ae. ventricosa*, *Ae. triuncialis* × *Ae. ventricosa* and *Ae. triuncialis* × *Ae. crassa*, all obtained by the writer in 1925, 1928 and 1929.

II. Morphology of parents and hybrids

Aegilops speltoides Jaub. Sp. var. *ligustica* Fiori, No 4 a. (Plate 2. 8, Plate 3. 6). Culms erect. Straw 61—87 cm (in average 73 cm) long, hollow with thin walls. Ear 60—86 mm, in average 79 mm long, dense, distinctly two-rowed, composed of 10—12 spikelets, the lowest of which is sometimes rudimentary. Rhachis of the ripe ear brittle and disarticulating very easily in the *Tr. dicoccum* manner. The average length of the rhachis internode 6.7 mm, its breadth 1.8 mm. Spikelet 10—16 mm, in average 13.2 mm long and 4.3 mm broad. Empty glume 6.8 mm long, narrow-elliptical with the well marked keel and 8—12 scabrid nerves, truncate at the apex. The keel terminates in a short tooth. Flowering glume narrow-lanceolate, terminating in one long awn. Awnedness. Empty glumes awnless, two or three flowering glumes of all spikelets awned. Awns of the lateral spikelets 34—68 mm, in average 46 mm long, those of the terminal spikelet 57 mm long. Length of the upper leaf blade 110 mm. Grain long and narrow. Length 5.6 mm, breadth 1.7 mm.

A form received from the Agronomic-Botanical Garden of the Jagellonian University, Kraków.

Aegilops ovata L. var. *vulgaris* Eig. No 1 a. (Plate 2. 10, Plate 3. 1). Culms prostrate in early growth periods, later ascending or erect. Straw 36 cm long, hollow in the lower part, but filled with pith in the upper part of the top internode. Ear short, ovate, 28—33 cm, in average 30.7 cm long, composed 3—4 normally developed and one rudimentary spikelet. The aver-

age number of all spikelets is 4.3. Rhachis tough, the ear disarticulates as a whole, just above the rudimentary spikelet. The average length of the rhachis internode 6.5 mm, its breadth 3.1 mm. Spikelet 11.5—13 mm, in average 12.3 mm long and 5.2 broad, somewhat inflated in the lower part. Empty glume 7—7.5 mm long, broad, somewhat inflated, rounded on the back, narrowed at the top, without keel, with 10—11 scabrid nerves and 4—5 awns. Flowering glume oval, elongated, ending with 2 awns and one short tooth between them, sometimes with a second lateral tooth. Awnedness. The awns of both flowering and empty glumes of nearly equal size. Awns of the lateral spikelet 26 mm long, those of the terminal spikelet 32 mm long. Number of awns per spikelet 12—17, in average 14. Leaf blade-length 42 mm. Grain flattened on the ventral side 7.3 mm long and 2.6 mm broad.

Received from Kraków with the preceding variety.

Aegilops ventricosa Tausch., No 5 a. (Plate 2. 1, Plate 3. 4). Culms prostrate, with half ascending top internodes. Straw 38 cm long, hollow, with thick walls. Ear 86—113 mm, in average 98 mm long, moniliform, with deep constrictions, composed of 8—12 in average 10.7 spikelets, which are inserted in the deep excavations of the rhachis, the ear appears thus one-rowed. No rudimentary spikelets at the base. Rhachis disarticulating very easily at the base of each spikelet as in *Tr. spelta* (but much more fragile). In longitudinal sections through the rhachis of the unripe ear, a narrow layer of the separating tissue is clearly seen, between the rhachis and the base of the spikelet. That layer is not present in *A. ovata*. Average length of the rhachis internode 9.3 mm, its breadth 3.4 mm. Spikelet 10—13 mm, in average 10.7 mm long, 5.1 mm broad, inflated in the lower part, nearly sphaerical, narrowed at the top. Empty glumes 8 mm long, inflated, overlapping, rounded on the back, with 6—10 slightly scabrid nerves and 2 short teeth at the top. Flowering glume oblong-ovate, tapering towards the top, terminating in one awn slightly curved at the base, and in two very small lateral teeth. Awnedness. Empty glumes awnless. Flowering glume with one awn. The awns of the middle lateral spikelets 12—23 mm, in average 19 mm long, those of the terminal spikelet 25—42 mm, in average 32 mm long. Number of awns

per spikelet 3—4. Their length increases towards the summit of the ear.

A form obtained from the Botanical Garden in Tabor. It possesses awnless empty glumes, like the var. *vulgaris* Eig., but is characterised by very brittle rhachis, which is (after Feinbrunn — 10) a very characteristic feature of var. *comosa* Coss. According to Feinbrunn, the ears of var. *vulgaris* do not disarticulate at all, but they remain, when mature on the stems. As the rhachis characters seem to be of greater taxonomic value, than the presence or absence of awns, so the named form must be regarded as *A. ventricosa*, var. *comosa* Coss.

Aegilops triuncialis L. var. *typica* Eig. No 3 a. (Plate 2. 12, Plate 3. 2). Culms prostrate in early growth periods, later ascending. Straw 42 cm long, hollow in lower parts, but filled with pith in the upper part of the top internode. Ear 58—70 mm, in average 64 mm long, lanceolate, broader at the base, gradually tapering towards the top, composed of 8—9 spikelets, 2—3 of which at the base are rudimentary and 5—6 normally developed. Rhachis tough, the ear disarticulates as a whole above the rudimentary spikelets. The average length of the rhachis internode 7.2 mm, its breadth 2.6 mm. Spikelet 11—14 mm, in average 13 mm long and 3.5 mm broad oblongly elliptical. Empty glume narrow-elliptical, 9.2 mm long, rounded on the back, with 6—8 slightly scabrid nerves, terminating in 2—3 awns, or 2 awns and a long tooth between them. Flowering glumes lanceolate-elliptical, in the lateral spikelets terminating in 3 short teeth, those of the terminal spikelet with 1 or 2 awns. Awnedness. Empty glumes awned, flowering glumes of the lateral spikelets awnless, those of the terminal awned. The awns of the middle lateral spikelets in average 40 mm long, those of the terminal spikelet 61 mm long, the basal spikelets short awned. The average number of awns per spikelet 4.7.

A winter form received from Agronomic-Botanical Garden in Kraków.

Aegilops triuncialis L. var. *typica* Eig. No 3 b. (Plate 2. 11, Plate 3. 3). Culms ascending, later erect. Straw thin, 30 cm long, filled with pith in the upper part of the top internode. Ear 39—51 mm, in average 46 mm long, lanceolate, shorter than in the preceding variety, composed of 5—6 spikelets one or two

of which at the base are rudimentary. Rhachis. Ear breaks off as a whole, like in the preceding variety, but the rhachis disarticulates rather easily in separate spikelets like in *Tr. spelta*. The average length of the rhachis internode 7.3 mm, its breadth 2.5 mm. Spikelet oblong-elliptical 13.5—16 mm long and 3.6 mm broad. Empty glume ovate-elliptical, narrow, with 7—9 nerves and terminating in 2 awns and one tooth between them. The nerves are covered with prominent, scabrid hairs. Flowering glume lanceolate-elliptical with 3 teeth, 1 or 2 of which are sometimes elongated in short (15 mm) awns. Awnedness. Empty glumes long awned, the awns of the middle lateral spikelets 34—45 mm, in average 37 mm long, those of the terminal spikelet 47—59 mm, in average 53 mm long. Flowering glumes awnless or short awned. The average number of awns per spikelet 5.3.

An early (spring) variety from Afghanistan. Received from Dr. G. Karpechenko, Leningrad.

Aegilops crassa var. *macrathera* Boiss. No 7 d. (Plate 2. 2, Plate 3. 5). Culms ascending, later erect. Straw 55 cm long, hollow, with thick walls. Ear 85—105 mm, in average 95 mm long almost cylindrical, slightly straitened at the top, composed of 9—10 spikelets 1 or 2 of which are rudimentary. Rhachis disarticulating very easily as in *A. ventricosa*. The average length of the rhachis internode 9.8 mm, its breadth 3 mm. Spikelet oblong-ovate, 14—15 mm long and 4.5—5.1 mm broad, not inflated, with slightly or not overlapping empty glumes. Empty glume 10—11 mm long, broad, almost rectangular, 6—8 nerved, with 2 small, blunt teeth, weak and covered with very dense, long and soft hairs. Flowering glume oblong-ovate possessing one awn and one very small tooth. Awnedness. Empty glumes awnless, flowering glumes (except those of the lowest spikelets) awned. The awns of the middle lateral spikelets 36—55 mm, in average 45 mm long, those of the terminal spikelet 48—78, in average 58 mm long. A form received from Turkestan.

A. speltoides var. *ligustica*, No 4 a \times *A. ovata*, No 1 a. First generation. One plant of 1925. (Plate 2. 7, Plate 3. 8).

Culms semi spreading in early growth period, later ascending. Straw 33 cm long, filled with pith in the upper part of the top internode. Ear elliptical-lanceolate, 41—45 mm, in average 43 mm long, composed of 5—6 spikelets, 4 of which are normally deve-

loped and 1 or 2 at the base are rudimentary. Rhachis tough, the ear disarticulating as in *A. ovata*. The average length of the rhachis internode 7.5 mm, its breadth 2.1 mm. Spikelet 9—12.5 mm, in average 10.8 mm long and 3.1 mm broad, elliptical, slightly inflated below the middle (especially in the unripe stage). Empty glumes 6.5—8 mm long, cuneiform broad, at the apex, with weakly marked keel. They possess 9—10 nerves and terminate with one or two awns and 1—2 teeth in the lower spikelets and with 3 awns in the upper spikelets. Flowering glume oblongly-elliptical with one awn and 2 lateral teeth. Awnedness. The empty as well as the flowering glumes awned, the awns of the latter being somewhat longer. The awn length of the middle lateral spikelet 34 mm, in the terminal spikelet 40 mm. Number of awns per spikelet 6—8. The awn length increases towards the summit of the ear. Length of the upper leaf-blade 61 mm.

Taking various characters described above, following conclusions are established: *A. ovata* type dominates over *A. speltoides* in regard to following features: growth habit, solidity of the top internode, mode of disarticulation, number of spikelets, average length of the rhachis internode, length of the spikelet. In respect of the following characters the hybrid was intermediate: ear length, glume length and shape, number and length of awns, breadth of the rhachis internodes, weakly marked keel and length of the upper leaf-blade. The shape and awnedness of the flowering glume as well as the breadth of the spikelets showed preponderancy of the *speltoides* type. The appearance of 2 rudimentary basal spikelets was a new feature.

The hybrid was not entirely sterile, for, in 17 ears examined one grain was found. As the F1 plant has been isolated while flowering in the greenhouse, it is probable, that the grain obtained originated from selffertilisation. Grain 4.4 mm long, 1.7 mm broad, similar to *A. speltoides*.

Second generation. In 1927 a single F2 plant was obtained. (Plate 2. 9, Plate 4. 1).

Growth habit. A small, poorly developed plant with small, short ears. Straw 16 cm long. Ears very small, 25—27 mm long, closely resembling poorly developed ears of *A. speltoides* var. *Aucheri*, composed of 3 spikelets of almost equal size. No

rudimentary spikelets at the base. Rhachis tough and disarticulating only at the base, above the lowest spikelet. Average length of the rhachis internode 6.8 mm. Spikelets 12—13 mm long, elliptical, flattened from both sides, very similar to those of *A. speltooides*. Empty glumes 5.5 mm long, keeled, 9 nerved, rather similar to those of *A. speltooides*, but somewhat broader, less blunt at the apex and in the lower spikelets short awned. Flowering glumes of the lower spikelets short awned, those of the terminal spikelet long (5.5 mm) awned. The plant was completely sterile, in many characters resembling *A. speltooides*.

A. ovata, No 1 a. × *A. ventricosa*, No 5 a. First generation. One plant obtained in 1925 and two in 1928. (Plate 2. 5—6, Plate 3. 7). Culms half ascending, growth habit intermediate between *A. ovata* and *A. ventricosa*. Straw 30—33 cm long, hollow, with thick walls. Ear 42—55 mm, in average 50 mm long, broad-lanceolate, broadest at the base, composed of 5—6 spikelets, 0—1 (rarely 2) of which are rudimentary and 4—5 well developed. Spikelets somewhat deeper inserted in the excavations of the rhachis, than in *A. ovata*, but not as deeply as in *A. ventricosa*. Rhachis almost as tough, as in *A. ovata*, but breaks under stronger pressure. The longitudinal section shows a well marked limit between the strongly lignified tissue of the base of the spikelet and the weakly lignified rhachis tissue, but no separating layer is formed. The mode of disarticulation is therefore similar to that of *A. ovata*, except some ears which do not possess rudimentary spikelets at the base. The latter, when ripe do not break at all, but remain on the stems, like in *A. ventricosa* var. *vulgaris*. The average length of the rhachis internode 9.5 mm, its breadth 3.5 mm. Spikelet inflated, 10—12.5 mm, in average 11.5 mm long and 5.5 mm broad with overlapping empty glumes, rather similar in shape to that of *A. ventricosa*. Empty glume 8.8 mm long, broad, inflated, narrowed at the apex, 10—11 nerved with 4 awns of different length or 3 awns and 1 tooth, or, at last, 2 awns and 2 teeth. The nerves slightly scabrid. Flowering glume oblong-ovate with 1 awn and 2 lateral teeth or with 2 awns and 1 tooth. Awnedness. Empty glumes, as well, as the flowering glumes awned. The awns of both, the empty and flowering glumes of almost equal length, viz: 24 mm (in average) in the middle lateral spikelets and 33 mm

in the terminal spikelet. The awn length increases towards the summit of the ear. Number of awns per spikelet 9—10.

Following characters of the hybrid show a distinct preponderancy of the *ovata* type: toughness of the rhachis, length of the ear and number of spikelets. The preponderancy of the *ventricosa* type was marked in the hollow straw, length of the rhachis internodes, shape of the spikelets and glumes. In respect of the growth habit, the number and length of awns the hybrid was intermediate. Entirely sterile.

The above described hybrid has been already obtained by several workers and described morphologically by Godron (14) and Huber (13). The writer's observations are on the whole in agreement with those of his predecessors.

A. triuncialis, No 3a \times *A. ventricosa*, No 5a. First generation. One plant, obtained in 1928 (Plate 2. 4, Plate 3. 9). Culms prostrate in the early growth periods, like in the parental forms, later half-ascending. Straw 44 cm long, thick-walled, almost entirely filled with pith in the upper parts of the top internode, with a very narrow lumen. Ear 83 mm long, lanceolate-cylindrical, gradually tapering towards the summit, composed of 8—9 spikelets rather deeply inserted in the excavations of the rhachis, 7 of which are normally developed and 1 or 2 rudimentary. Rhachis. Ear breaks off as a whole, as in *A. ovata*, the rhachis is rather tough and disarticulates only under pressure into separate internodes. The average length of the rhachis internode 10 mm, its breadth 3.1 mm. Spikelet 12—13 mm long and 4.5 mm broad, ovate, jug-shaped, somewhat inflated below the middle, narrowed in the upper part. Empty glumes 10 mm long, ovate, somewhat inflated, narrowed at the apex and obliquely truncate, with 1 awn and 1 or 2 acute teeth. The 7—9 nerves are slightly scabrid. Flowering glumes broad-lanceolate, terminating in 1 short awn and 2 lateral teeth. Awnedness. One or two lower spikelets almost awnless, the upper ones awned. In the lateral spikelets the awn of the empty glume is 18—28 mm long, much longer than that of the flowering glume, in the terminal spikelets both the empty and the flowering glumes are almost equally awned, the awns being 36—50 mm (in average 42 mm) long.

Following characters of the hybrid were intermediate: growth habit, amount of pith, ear length, number of rudimentary spike-

lets, breadth of the spikelet, shape of the spikelet and of the ear, shape of the flowering and empty glumes, breadth of the rhachis, number and length of awns. The *triuncialis* type was dominant in respect of the following characters: length of straw, toughness of rhachis, number of spikelets, length of spikelets and glumes. The hybrid was entirely sterile.

A. triuncialis, No 3b \times *A. crassa*, No 7d. First generation. One plant obtained in 1929. (Plate 2. 3, Plate 3. 10). Straw 40 cm long, hollow with thick walls. Ear 81 mm long, lanceolate-cylindrical, in the upper part gradually tapering towards the summit, composed of 7—9 spikelets rather deeply inserted in the excavations of the rhachis, 5—7 of which are normally developed and 1 or 2 rudimentary. As a whole, the ear is rather similar to that of *A. crassa*, but smaller. Rhachis. Ear breaks off as a whole disarticulating above the rudimentary spikelet. Nevertheless the rhachis is not tough, but breaks rather easily into pieces, like in the *A. triuncialis* No 3b parent. The average length of the rhachis internode 8.5 mm, its breadth 3 mm. Spikelet oblongly-ovate, 12.5—15 mm (in average 13.5 mm) long and 4 mm broad, broader at the base, narrow-conical at the apex, narrower than in *A. crassa*, with very slightly overlapping glumes. Empty glumes 10—10.5 mm long, rhomboidal, broad, obliquely truncate at the apex and terminating in 2 awns of different length and 1 short tooth between them or in 2 teeth and 1 lateral awn. Flowering glumes oblongly-ovate, terminating in a short awn and two lateral teeth. Only in the terminal spikelet one of the awns on the flowering glumes is more elongated, but always shorter, than those on the empty glumes. Awnedness. Empty glumes long awned, flowering glumes, except those of the terminal spikelet, short awned. The awns of the middle lateral spikelets 25—40 mm (in average 33 mm) long, those of the terminal spikelet 40—54, in average 48 mm long. Number of awns per spikelet 4—5.

Following characters of the hybrid show preponderancy of *A. crassa*: hollow straw, breadth of the rhachis, shape of the ear and spikelet, number of spikelets. The hybrid was intermediate in regard to the length of straw, length of the rhachis internodes, villosity of glumes, breadth of spikelets, type of awnedness and number of awns. The awn length and the mode of ear disarticulation showed preponderancy of *A. triuncialis*. The hybrid was sterile.

Similar hybrids between *A. triuncialis* and *A. crassa* were shortly obtained by Popowa (33), whose morphological descriptions and photographs are on the whole in agreement with the writer's observations.

III. Cytology

Material and methods

Unripe anthers containing dividing pollen mother cells were fixed in Carnoy's acetic alcohol (1:3) during 6—12 hours. From the fixed material permanent preparations were made by the usual paraffin method, the sections were cut 15—16 μ thick and stained with Heidenhain's iron-haematoxylin. Some of the parental forms were fixed and examined by means of the Belling's acetocarmine method modified by Heitz (12). For study of the pollen grains a solution of lactic acid was used. All drawings of chromosomes were made with the aid of Abbé's camera lucida, the oil-immersion objectives Zeiss 1/12 Fl. and Zeiss Apo. 120 \times and the oculars Zeiss Komp. 20 \times , 15 \times and Reichert 13 \times .

Cytology of parents

Studies upon the chromosome number in *Aegilops* species have been carried out by several workers, a complete list of these species with the corresponding chromosome numbers is given by E. Schiemann (38) and A. Eig (7). According to those data all known *Aegilops* species may be separated into diploid, tetraploid and hexaploid groups, the basic chromosome number being 7, like in wheat species. In *A. crassa* and *A. triaristata* tetraploid as well, as hexaploid forms were found.

The haploid chromosome numbers observed by the writer wholly agree with the results obtained by earlier investigators. There have been found:

7 chromosomes haploid in: *A. speltoides* var. *ligustica*, No 4a. (Plate 4. 4—5).

14 chromosomes haploid in: *A. ventricosa*, No 5a.

A. triuncialis, No 3a.

A. triuncialis, No 3b. (Plate 4. 3).

A. ovata, No 1a. (Plate 4. 2).

21 chromosomes haploid in: *A. crassa*, No 7 d. (Plate 4. 6).

TABLE I.
Variability of the pollen grains.

Species	Diameter of pollen grains in units = 5 μ											Mean	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<i>A. ovata</i>							1	4	35	37	6		10.0
<i>A. ventricosa</i>						1	2	16	47	13			9.4
<i>A. ovata</i> \times <i>A. ventricosa</i>	1	4	1	4	24	50	18						7.1
<i>A. triuncialis</i> \times <i>A. ventricosa</i>				1	11	18	34	11					8.1

Cytology of hybrids

1) Triploid hybrid *A. speltoides* \times *A. ovata*.

The only triploid *Aegilops* hybrid described cytologically is *A. ovata* \times *A. caudata* obtained by Bleier (4). It showed 7—10 bivalents and as many as 7 univalents in the heterotype metaphase of P. M. C.

In the F1 and F2 material obtained by the writer no proper meiotic stages have been found. The investigations were therefore confined to the observation of the pollen grains. The F1 pollen (Plate 13. 106) was composed of grains of different size and shape, the majority of which were empty. Twin and minute pollen grains were sometimes observed as well, as the incompletely divided twin grains. The pollen of the F2 plant (Plate 13. 107) was almost entirely empty and showed even more irregularities. The incompletely divided twin grains were often observed and the size differences more marked. These facts indicate, that the meiosis of this hybrid must have been very irregular.

2) Tetraploid hybrid *A. ovata* \times *A. ventricosa*.

Several tetraploid *Aegilops* hybrids have been investigated cytologically by different workers. A list of these hybrids is given below:

Hybrid:	Name of the investigator:
<i>A. ovata</i> \times <i>A. ventricosa</i> recipr.	Kihara (21), Percival (32).
<i>A. ovata</i> \times <i>A. triuncialis</i> recipr.	Kihara (21), Longley and San-do (24).

A. cylindrica × *A. ovata* and Percival (32), Aase (1).
recipr.

A. triuncialis × *A. cylindrica*. Percival (32).

A. cylindrica × *A. ventricosa*. Percival (32).

Moreover, in Bleier's paper of 1930 (4) a short account is given concerning the cytology of *A. ovata* × *A. ventricosa* and *A. ovata* × *A. cylindrica* hybrids.

This summary shows, that the hybrid *A. ovata* × *A. ventricosa* has been investigated cytologically by three authors, yet their data are chiefly concerned with the heterotype division of the pollen mother cells.

Kihara (21) found in this hybrid 2—10 bivalents and among them as many, as 4 trivalents in the first metaphase. Percival (32) observed 3—7 bivalents chiefly of the open (telosyndetic) type with an occasional pair of parasyndetic conjugates. He gives no account of trivalent chromosomes. The univalent chromosomes were irregularly scattered throughout the cell, but 5—7 were often collected near to the poles. In the heterotype anaphase all the chromosomes usually divided longitudinally, except in some rarer cases, in which 1—7 univalents remained undivided. The halves of split univalents, which at this stage of meiosis lag in the equatorial region separated of each other and moved to different poles. The halves of the other univalents failed to be separated and were distributed at random to either of the two poles. Bleier (4) observed 7 bivalent chromosomes in this hybrid.

A characteristic phenomenon observed by Percival in the prophase of the *Aegilops* × *Triticum*, as well, as the *Aegilops* × *Aegilops* hybrids is the formation of a dense, deeply stained knot composed of a compact mass of chromosomes, immediately followed by the metaphase stage. Percival considers that stage as synizesis. Similar dense prometaphase knots were observed by the writer in hybrid *A. ovata* × *A. ventricosa*. In this stage the deeply stained nucleolus is also seen, but it soon loses its staining capacity, before the complete disappearance of the nuclear membrane. Before the knot opens out a heterotype spindle is formed, which at this early stages is often tripolar (Plate 4. 7—9). This multipolarity is however transitory and in the meta-

phase stage usually bipolar spindles were observed. After writer's opinion the above described dense chromosome knot ought not to be identified with synzinesis, which is usually a much earlier stage. It seems to be a particular kind of chromatine contraction not observed in the meiosis of the true species. The other possibility, that should be taken into consideration is, that this peculiar contraction may have been artificially induced, by unsuitable fixing.

The heterotypic division. In the metaphase of the first division the diploid chromosome number (28) can easily be counted. Some of the chromosomes are joined in pairs forming bivalents of the telosyndetic type. The bivalents take a central position in the equatorial zone on the spindle fibres with the univalents scattered irregularly throughout the cell. Some of the latter may lie near to the poles (Plate 5. 10, 11, 14, 17, 19. Plate 6. 23). Single parasyndetic bivalents in form of rings (Plate 5. 20—21) are very rare. V-shaped trivalent chromosomes are frequently seen (Plate 5. 12, 13, 16, 18), the N-shaped tetrapartite chromosomes (not tetravalents) are comparatively rare (Plate 5. 22). In the statistical tables each tetrapartite chromosome is treated as two bivalents. The frequency of the number of bivalents and trivalents in P. M. C. is given in Table II. Table III shows numbers of univalent chromosomes calculated from the preceding Table.

TABLE II.

Number of trivalents	Number of bivalents incl. trivalents										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	4	4	16	34	29	22	15	2	4	1	1
1	2	2	5	10	6	6	3	1	2		
2					1	2					
Total . .	6	6	21	44	36	30	18	3	6	1	1

n = 172.
 Mean = 4.9 ± 0.14.
 Mode = 4.

TABLE III.

	Number of univalents																				
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Frequency . . .	1	0	1	2	4	1	2	3	17	6	23	6	29	10	34	5	16	2	4	2	4

n = 172. Mean = 18.0. Mode = 20.

The number of bivalents varies from 1 to 11, the maximal number of trivalents is 2, the average number per cell being 0.25.

In early anaphase the bivalents disjoin first and their components migrate to the opposite poles. This separation takes place not always at the same time, as some of the bivalents may disjoin earlier, than the others (Plate 5. 14, Plate 6. 24). During the separation of the bivalents or immediately after it some of the univalents arrange themselves in the equatorial region, the remaining univalents together with the bivalent components are collected at the poles (Plate 6. 25—26). Usually, the first traces of the equatorial split of nearly all chromosomes become evident in this stage (Plate 6. 26). In the next one three distinct chromosome groups are clearly seen, one on the equator of the spindle, the other two at the poles. All or nearly all chromosomes are homotypically split (Plate 6. 27, 29). The number of lagging univalents at the heterotype anaphase varies from 3 to 17, their average number being 9.9, as shown in Table IV. The number of chromosomes collected in this stage at either of the two poles is 3—16, usually 7—12.

TABLE IV.
Lagging chromosomes at the heterotype anaphase.

Number of chromosomes	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Frequency	1	1	1	4	2	5	11	5	9	4	5	4	0	0	1

$n = 53.$

Mean = 9.9.

Mode = 9.

From the comparison of Tables III and IV it is evident, that the lagging univalents are about 50 per cent less numerous, than those found at the metaphase stage. This is due to the fact, that some of the univalents lying in the polar region do not move to the equator, but earlier travel to the poles accompanied by the bivalent components. In the late anaphase a complete division of the lagging univalents is clearly seen. The split halves of many univalents separate from each other and move to different poles, but some of them, lying in greater distance from the equator fail to separate and travel together to either of the two poles (Plate 6. 28, 30, 32). Few chromosomes remain undivided (Plate 6. 31). In some cases some of the monad chromosomes become considerably stretched (Plate 6. 33). The observed number of homotypically splitting univalents, the halves of which disjoin and travel to the opposite poles was 6—14, in average 9.6.

In early telophase two chromosome groups at each pole are often observed (Plate 7. 35). Later these two groups become united and form one interkinetic nucleus in each pole (Plate 7. 39). Few of the lagging univalents or monad chromosomes remain isolated in the cytoplasm, outside the nuclei, some of them are cut off by the cell wall (Plate 7. 37, 38). In rare cases tripolar spindle was observed (Plate 7. 36), followed by the formation of a triad instead of dyad or of three interkinetic nuclei in two dyad cells (Plate 7. 40—41).

The homotypic division. The second division of the P. M. C. is irregular and rather difficult to analyze. In the stage preceding the second metaphase the whole spindle is filled with an entangled chromosome mass, where the single chromosomes cannot be recognized clearly. In the following stage the chromosomes usually arrange themselves on a not always regular equatorial plate in which the univalents as well, as the monad chromosomes are seen. They are however difficult to distinguish (Plate 7. 42, 44—46). In few single dyad cells following chromosome numbers were observed: $12 u + 6 m$, $12 u + 3 m$, $11 u + 5 m$, $6 u + 8 m$ ¹⁾. Owing to the irregularity of the heterotype division it occurs sometimes, that the two sister dyad cells are linked by an unusually stretched chromosome (Plate 7. 43).

In the homotypic anaphase a number of the univalent chromosomes forming the equatorial plate divide longitudinally and their halves (monads) pass to opposite poles, accompanied of some halves of univalents that split in the previous division. The remaining heterotype monads are frequently found lagging in the centre of the spindle (Plate 7. 47, 48, Plate 8. 49) and go at random, without further division to the poles. A statistical count on the frequency of the number of lagging monad chromosomes in single dyad cells is given in Table V.

TABLE V.
Lagging monads at anaphase of the second division.

Number of lagging monads	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Frequency	1	0	2	3	2	2	1	2	1	1	0	1

$n = 16$. Mean = 6.9.

¹⁾ u = univalent, m = monad.

The average number of the lagging monads (6.9) is smaller, than that of the univalents splitting and separating during the heterotype division. This fact may be understood owing to the observation, that some of the heterotype monads earlier reach the poles, accompanied by monads that originate from univalents dividing in the second anaphase. Some of the lagging monads or undivided univalents fail to become included in the tetrad nuclei at the telophase stage and remain isolated in the cytoplasm. Some monads become intensively stretched (Plate 8. 50) and in rare cases they may be cut in two pieces by the new formed cell walls (Plate 8. 51). Occasionally greater groups of lagging chromosomes are not included in the daughter nuclei in which case they form micronuclei. From the 2-celled dyads usually 4-celled tetrads arise, the 3-celled dyads give rise to greater irregularity of »tetrads«, composed of 5 or 6 cells (Plate 8. 52—56). The variability of pollen tetrads is shown in Table VI.

TABLE VI.

Number of cells per »tetrad«	4	5	6	n = 167.
Number of observations	152	13	2	

The size and shape of the pollen grains also varies in a high degree, as it is shown on Table I and on Plate 13. 105. All the pollen grains were entirely empty.

3) Tetraploid hybrid *A. triuncialis* × *A. ventricosa*.

This hybrid has not been investigated up to the present.

The heterotypic division. The number of bivalents in the heterotype metaphase varies from 6 to 11, the average being 8.9. They usually are of the open type, the parasynthetic bivalents are rare and occur once pro 8 cells in average. Trivalent chromosomes are more numerous, than in the preceding hybrid, their number varies from 0 to 3 per cell, in average 1.08. They are usually V-shaped, rarely Y-shaped. The univalents are scattered irregularly throughout the spindle (Plate 8. 57—59, Plate 9. 60). The frequencies of the number of bivalents, trivalents and univalents are given in Table VII and VIII.

In few cases N-shaped tetrapartite chromosomes were observed (Plate 8. 58). In one cell an unusually elongated and segmented bivalent was found, very similar to a stretched trivalent (Plate

TABLE VII.

Number of trivalents	Number of bivalents incl. trivalents					
	6	7	8	9	10	11
0	1	0	2	1	2	3
1	1	0	2	2	2	1
2	1	3	1	1	0	1
3					1	1
Total . .	3	3	5	4	5	6

Mean = 8.9 ± 0.29 .
n = 26.

TABLE VIII.

Number of univalents . . .	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Frequency	1	1	2	3	2	3	2	2	2	5	0	1	1	1

Mean = 9.15.

8. 59). Such abnormal bivalents were also described by Håkansson (11) in the speltoid heterozygotes of wheat.

In the first anaphase the bivalents and trivalents divide normally. Their components move to the poles usually accompanied by some of the unpaired univalents. The remaining univalents move to the equatorial region and split longitudinally. Their halves generally separate and travel to different poles. Some of the lagging univalents however fail to divide (Plate 9. 60—62). The number of lagging univalents at the first anaphase varies from 4 to 8, their average being 5.4, but as 6 cells only have been observed at that stage, so this number is not certain. Plate 9. 62 shows six longitudinally divided univalents, the halves of which separate and travel to opposite poles. At the telophase single lagging chromosomes are sometimes seen (Plate 9. 63), but their number is generally smaller than in the preceding hybrid.

The homotypic division. In the metaphase of the second division a rather regular equatorial plate is formed composed of undivided univalents and of the monad chromosomes, which are however difficult to distinguish (Plate 9. 64—66). Some of the chromosomes may lie outside of the plate (Plate 9. 65). In few single dyad cells following univalent (u) and monad (m) chromosome numbers were established: $10u + 7m$, $9u + 3m$, $13u + 3m$, $13u + 2m$, $11u + 3m$. In the anaphase, the univa-

lent chromosomes divide homotypically and their halves move to opposite poles. The few heterotype monads lag for some time near to the equatorial region (Plate 9. 68—69). The variability of the number of lagging monad chromosomes in single dyad cells is shown in Table IX.

TABLE IX.

Lagging monad chromosomes at the second anaphase counted in single dyad cells.

Number of monads	0	1	2	3	4	5	6	7	n = 18. Mean = 3.5.
Number of observations	2	0	1	9	1	2	1	2	

Their average number (3.5) is about 35 per cent fewer than that of the lagging univalents at the first anaphase. In some cells there were no lagging monads at all. In the telophase of the second division single lagging univalents or monads often remain isolated in the cytoplasm (Plate 9. 69), but no larger lagging chromosome groups were observed. On the whole, the reduction division is here much more regular, than in the previous hybrid. The tetrads are always 4-celled (Table X, Plate 9. 71). The pollen is in 99.5 per cent sterile, its variability is however comparatively small, as seen in Table I.

TABLE X.

Number of cells per tetrad	4	5	n = 240.
Number of observations	240	0	

4) Pentaploid hybrid *A. triuncialis* × *A. crassa*.

Up to the present time no detailed cytological studies have been published upon the pentaploid *Aegilops* hybrids.

The heterotypic division. At the metaphase stage the P. M. C. contain 3—10 bivalents occupying the centre of the spindle and 29—15 univalents scattered throughout the cell. Some of the latter are often accumulated near to the poles (Plate 10. 72—75). The diploid chromosome number is 35. In some cells the number of chromosomes collected in the two poles together is approximated to 21. Bivalents are partially of the telosyndetic, partially of the parasyndetic type. The number of the latter varies from 0 to 3 per cell, in average 1.14. Trivalents are

comparatively rare, tetrapartite chromosome were not observed. The frequencies of the number of different chromosome types are given in Tables XI and XII.

TABLE XI.

Number of trivalents	Number of bivalents incl. trivalents							
	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	4	1	6	5	4	2	1
1		1	1	3				
Total . . .	1	5	2	9	5	4	2	1

n = 29.
Mean = 6.3 ± 0.32 .
Mode = 6.

TABLE XII.

Number of univalents	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Frequency	1	0	2	0	4	0	5	3	6	1	1	1	4	0	1

Mean = 22.3.

In early anaphase the bivalent components disjoin, the univalents collected in the polar region usually do not change their position (Plate 10. 76). Other univalents move to the equator and remain there for some time. Their number is given in Table XIII.

TABLE XIII.

Number of univalents	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Frequency	4	3	4	2	4	1	3	4	5	6	3	6	2	2	4	0	1

n = 54. Mean = 7.33.

The number of chromosomes collected at the poles in that time varies from 8 to 21, but the numbers 15 and 16 were observed most frequently. In that stage most of the chromosomes are longitudinally split (Plate 10. 77, 78, 81), some of them (2 to 9) separate and their halves migrate to different poles. The other split pairs travel together to the same pole, without separating. Few lagging univalents do not split at all (Plate 10. 81, Plate 11. 82-84). Very frequently greater irregularities were observed. In such cases the separation of bivalents and the division of univalents takes place almost simultaneously. On Plate 10, fig. 79 an undivided bivalent chromosome is seen at the equa-

tor together with the splitting as well, as entirely separated halves of univalents. The P. M. C. frequently present figures of curved spindles (Plate 10. 79—80), similar to those described by Aase (1) in *Aegilops* × *Triticum* and *Triticum* × *Secale* hybrids. The lengthening and curving tendency of the spindles increases, after Aase, with the proportional increase of unpaired univalents over bivalents.

In the telophase single chromosomes or larger groups are frequently found isolated in the cytoplasm often forming additional micronuclei (Plate 11. 84, 85, 87). Sometimes one or two of such supernumerary nuclei become separated from the dyad by the cell walls (Plate 11. 86, 88). In that manner triads and tetrads may rise at interkinesis instead of dyads.

The homotypic division. In the stage preceding the second metaphase the chromosomes are irregularly distributed throughout the nuclear cavity and comparatively easy to count. There were observed 6—17 univalent chromosomes and 6—12 monads. In some sister dyad cells following chromosome combinations were found:

$$\frac{6u + 28m}{9u + 12m}, \quad \frac{12u + 13m}{9u + 15m}, \quad \frac{8u + 14m}{14u + 12m}, \quad \frac{17u + 12m}{9u + 6m}$$

The homotypic plate is not regular, the univalents move first towards it (Plate 11. 89, Plate 12. 92—93). Formation of three spindles in a triad was observed rather frequently (Plate 12. 95).

In the anaphase, the univalents usually divide and their halves separate. Most of the heterotype monads lag behind for some time in the equatorial region (Plate 12. 96, 97, 99) and become distributed at random between the two poles. One or two univalent chromosomes often fail to divide. The frequency of the number of lagging chromosomes in single dyad cells is given in Table XIV. Their average number (5.3) is smaller, than the number of »lagers« at the heterotype anaphase.

In the telophase stage some lagging monads become considerably elongated, some of them undergo the second (transverse) division (Plate 12. 100, 101). The »tetrads« (Plate 13. 102—103) are sometimes very irregular, composed of 4—6 cells and often contain considerable number of supernumerary nuclei. Their variability is shown on Table XV.

TABLE XIV.
Lagging chromosomes at the homotypic anaphase.

Number of lagging univalents	Number of monad chromosomes														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	1	3	12	9	19	10	14	9	9	2	3	3	1	0	1
1			1		1										
2				2											
Monads total	1	3	13	11	20	10	14	9	9	2	3	3	1	0	1

$n = 100$. Mean = 5.3. Mode = 4 and 6.

TABLE XV.

Number of cells per tetrad	4	5	6	$n = 300$.
Number of observations	239	60	1	

Heterotype division of the megaspore mother cell. At the heterotype metaphase of a megaspore mother cell about 35 univalent chromosomes were observed (Plate 13. 104). The anthers of the same flower contained well formed tetrads. This indicates, that the same division stages in the anthers and ovules do not always take place at the same time.

IV. Discussion

The interspecific relationships in the genus *Aegilops* differ considerably from those existing between the different wheat species. The *Triticum* species belonging to the tetraploid and hexaploid groups are readily crossed and give partially or wholly fertile offspring, on the contrary, the interspecific *Aegilops* hybrids investigated up to the present were entirely or almost entirely sterile, although most of the crossed species did not differ in chromosome number. These facts lead us to the conclusion, that the degree of affinity between different *Aegilops* species is, as a whole lower, than that of the *Triticum* species.

The attention of genetists drawn by the genus *Aegilops* is closely connected with the problem of the origin of the cultivated wheats, especially since prof. Percival (29) expressed the idea, that the *Tr. vulgare* group derived from the crossing of some of the Em-

mer wheats with *Aegilops*. More recent investigations concerned with the morphology and cytology of *Aegilops* × *Triticum* hybrids [Sax K. and H. (35), Sax K. (34), Percival (30, 32), Gaines and Aase (9), Aase (1), Tschermak and Bleier (42), Bleier (2), Kihara (21), Kagawa (16, 17), Jenkins (15), Longley and Sando (24)], seem on the whole to confirm Percival's conclusion.

In respect of the chromosome behaviour all known *Aegilops* × *Triticum* hybrids may be separated in two different groups. One of them includes hybrids of *A. cylindrica* with the 42-chromosome wheats and is characterised by the constant occurrence of 6—7 parasynthetic or chiefly parasynthetic bivalents in the spore mother cells. The second group includes all other *Aegilops* × *Triticum* hybrids investigated up to now. The latter hybrids show much weaker chromosome conjugation, their bivalents being usually of the telosynthetic type and very variable in number.

It has been stated in a great number of cytological studies on hybrids, that the closer two species are related, the stronger the chromosome conjugation in the spore mother cells of their hybrid. But if the number of bivalents is only taken into consideration, the conclusions regarding affinity of the crossed genomes may be wrong, as it has been clearly shown by Bleier (4) in his paper of 1930. In order to obtain clearer results in this respect the mode of conjugation and the constancy of the number of conjugating pairs should also be examined. The writer shares the opinion of Percival (32) and other authors, that the parasynthetic bivalents are composed of two »exactly homologous« chromosomes, and that the telosynthetic conjugation indicates a weaker affinity of mates (»semihomology« after Kihara's terminology). Besides, the hybrids of close related forms are characterized by a constant number of bivalents, on the contrary, in hybrids between the more distant species the number of bivalents is usually changeable and in extreme cases no conjugation is observed. These conclusions are based upon the cytological investigations on different *Triticum* and *Secale* hybrids (Kihara, Sax, Thompson, Gaines, Aase and others), upon the comparison of the chromosome behaviour in sterile and fertile *Aegilops* × *Triticum* crosses of Tschermak and Bleier (42) and Percival (32), the differences in chromosome conjugation be-

tween the sterile and fertile *Ribes* hybrids (Meurmann — 25) and other similar investigations.

The question arises as to whether the bivalents of a given hybrid originate from allo- or from autosyndesis. The possibility of an autosyndesis has been proved by Ljungdahl on *Papaver* crosses, by Collins and Mann in *Crepis* studies (after Federley — 8) and others. The occurrence of partial autosyndesis must also be considered as possibility in several *Aegilops* and *Triticum* hybrids, where trivalents were found and in such triploid hybrids, as *A. speltoides* \times *Tr. turgidum* (Jenkins — 15), *A. ovata* \times *A. caudata* (Bleier — 2) and *Tr. spelta* \times *T. aegiloides* (Kihara & Nishiyama — 22), where as much, as 10 bivalents were observed, although the maximal possible number of allosyndetic pairs is 7. After Federley (8), Nishiyama (28), Meurmann (25) and others the conjugation never occurs between the chromosomes belonging to the same set, and thus the autosyndesis is only possible in crosses in which at least one polyploid species is involved. On the other hand, it is difficult to establish, whether the given polyploid variety (species) is allo- or autopolyploid (i. e. composed of homologous or non homologous chromosome sets). Besides the data obtained from the observation of meiotic chromosomes in hybrids the detailed morphological comparison of somatic chromosomes, as adopted by Kagawa (18) may give excellent results in this respect. According to the investigations of the latter author, none of the studied *Triticum* and *Aegilops* species (of the latter genus four species have been investigated viz: *A. speltoides*, *ovata*, *cylindrica* and *ventricosa*) has been found to be autopolyploid.

Summing up all the facts discussed it must be concluded with Sax and Percival, that the occurrence of an almost constant number of parasyndetic bivalents in the hybrids of *A. cylindrica* with the *vulgare* group indicates, that one chromosome set of *T. vulgare* is homologous to one set of *A. cylindrica*. According to Kihara and Nishiyama (23), the telosyndetic bivalents found in many *Aegilops* \times *Triticum* hybrids are partly formed by autosyndesis of the *Triticum* chromosomes.

The interspecific *Aegilops* hybrids are generally sterile or show an extremely low degree of fertility. The chromosome con-

jugation at meiosis is generally variable and chiefly telosyndetical. Some of the crosses however gave rather interesting results in this respect.

The hybrid *A. cylindrica* × *A. ovata* is after Percival (32) morphologically indistinguishable from *A. triuncialis* and the only difference is its sterility. That led Percival to conclude, that *A. triuncialis* has originated from the hybridisation of the two above named species. In the heterotype metaphase of this hybrid the named author observed 7—10 telosyndetic bivalents. Aase (1) found 3—8 bivalents as well, as trivalents, tetrasomes and larger chromosome groups, difficult to analyze. In hybrid *A. triuncialis* × *A. cylindrica* Percival observed 5—12 bivalents, 5—6 of which were of the parasyndetic type. He expresses the opinion, that in *A. triuncialis* 6 or 7 chromosomes are homologous to those of *A. cylindrica*. This observation supports his former idea on the hybrid origin of *A. triuncialis*, from a cross *A. cylindrica* × *A. ovata*. Popova (33) pollinating *A. cylindrica* with the pollen of *A. triuncialis* obtained as much as 60 per cent grains set, which fact also seems to indicate a greater affinity of these two species. After Percival (32) the hybrid *A. triuncialis* × *A. cylindrica* is morphologically similar to *A. triuncialis* var. *persica*; the descriptions and photographs of the same hybrid given by Popova (33) do not show such striking resemblance.

In agreement with prof. Percival's hypothesis concerning hybrid origin of *A. triuncialis*, we may suppose, that also *A. ovata* and *A. triuncialis* have one chromosome set in common. Hybrids of these two species have been cytologically investigated by Kihara (21) and Longley and Sando (24). In the heterotype metaphase 5—11 bivalents were observed, among them as much as 6 trivalents (Kihara), but the mode of conjugation has not been described in detailed manner. In the hybrid *A. cylindrica* × *A. ventricosa* 6—7 chiefly parasyndetic bivalents were found by Percival (32), who concludes, that these two species possess 6—7 exactly homologous chromosomes. If all these suppositions are true, the chromosome complement of *A. cylindrica* should be partly homologous with that of *A. triuncialis* and partly with that of *A. ventricosa*. As one of the *cylindrica* chromosome sets is homologous with the *T. vulgare* third set, we can logically suppose, that either *A. triuncialis* or *A. ventricosa* con-

tain some chromosomes which are homologous to those of *T. vulgare*. The observation of the *A. triuncialis* \times *T. vulgare* hybrids has not revealed such close affinity, therefore it would be of much interest to study the chromosome behaviour in *A. ventricosa* \times *T. vulgare* crosses, which have not yet been investigated. The results of statistical chromosome countings in hybrids investigated by the writer are given in Table XVI.

TABLE XVI.

Hybrid	Average number of bivalents	st. error	σ	$m\sigma$	Average number of univalents	% of possible bivalents by allosyndesis	Average number of parasynthetic bivalents	Number of trivalents
<i>A. ovata</i> \times <i>A. ventricosa</i>	4.9	± 0.14	1.81	0.10	18.0	35%	v. rare	0-2
<i>A. triuncialis</i> \times <i>A. ventricosa</i>	8.9	± 0.29	1.46	0.20	9.2	63%	0.12	0-3
<i>A. triuncialis</i> \times <i>A. crassa</i>	6.3	± 0.31	1.73	0.22	22.3	45%	1.14	0-1

The comparison of these numbers with those given in Tables I, VI, X, and XV, concerning the variability of tetrads and pollen grains, shows, that the higher the number of univalent chromosomes in comparison with the bivalents, the greater the irregularity of the reduction divisions. The smaller is the average number of bivalents, the greater the variation (σ) of their number. The hybrid *A. ovata* \times *A. ventricosa* shows the weakest affinity of chromosomes and it is evident, that the relation of these two species is remote. The greatest number of conjugates was found in hybrid *A. triuncialis* \times *A. ventricosa*. The bivalents were however, with few exceptions, of the open type which also indicates a weak chromosome affinity. Besides it is impossible to establish whether the observed bivalents originate from allo- or from autosyndesis.

According to Percival's observations some of the chromosomes of *A. cylindrica* mate parasynthetically with the chromosomes of *A. triuncialis* and of *A. ventricosa*. The lack of parasynthetical chromosome pairing in hybrid *A. triuncialis* \times *A. ventricosa* indicates, that the *cylindrica* chromosomes, which form parasynthetic pairs with the *triuncialis* chromosomes are not the

same, as those conjugating with *ventricosa* chromosomes. The chromosome complement of *A. cylindrica* must be therefore composed of two different chromosome sets.

The pentaploid hybrid *A. triuncialis* \times *A. crassa* shows 3—10 bivalents, from which in some cells as many as 3 are parasynthetic. The number of the latter is however not sufficiently large as to suggest any closer relation between these two species. On the contrary, the crossing experiments of Popova (33) seem to indicate, that their affinity is very remote, which conclusion is in agreement with the point of view of systematists. In hybrids of *A. crassa* (hexaploid form) with the *Triticum* species investigated by Longley and Sando (24) 0—7 telosynthetic bivalents were observed which proves, that *A. crassa* is not an autopolyploid species.

The very variable size and shape of pollen grains in hybrid *A. speltooides* \times *A. ovata* suggest great irregularity of the reduction divisions, which is probably the consequence of weak affinity of the two genoms. The close resemblance of the F₂ plant to *A. speltooides* can be explained by the supposition, that it has originated from the union of two gametes containing chiefly *speltooides* chromosomes.

From the comparison of Tables III, IV, V, VIII, IX, XII, XIII and XIV it is evident, that the number of lagging chromosomes gradually decreases throughout the process of the reduction division, they become successively re-included in the nuclear chromosome mass. The same has been stated by Nishiyama (28) for *Avena* crosses.

The hypothetical relationships of genoms in wheat and *Aegilops* are often illustrated by means of diagrams or formulas (Kihara, Gaines, Aase). In this way Aase (1) suggests, that the Einkorn group should be represented as *a*, the Emmer group as *ab*, the vulgare group as *abc*, *A. cylindrica* as *cd*, *A. ovata* as *dd*. The latter formula seems not to be accurate, as it has been stated, that *A. ovata* is not an autopolyploid form. After Longley and Sando (24) these relationships may be illustrated as follows: Einkorn — *A*, Emmer — *AB*, Vulgare — *ABC*, *A. cylindrica* — *BD*, *A. ovata* — *AD*, *A. crassa* — *BDE*. Such interpretation however seems not to be in agreement with the other recent investigations upon *Aegilops* hybrids. The latter authors assume for instance existence of a close affinity

between the Emmer and *A. cylindrica* genomes, although in hybrids of these species telosyndetic bivalents were only found. After writer's opinion further detailed studies are necessary to clear up the question of the interspecific chromosome affinity in *Triticum* and *Aegilops*. Summing up the results obtained up to the present this hypothetical affinity may be explained as follows:

Einkorn	(A)	<i>A. cylindrica</i>	CD
Emmer	AB	<i>A. ventricosa</i>	(C)E
Vulgare	ABC	<i>A. triuncialis</i>	DF
		<i>A. ovata</i>	(F)G

In respect of the inheritance of various morphological characters in hybrids described in the present paper, following conclusions were established. Tough or half-tough rachis was always dominant over the fragility of the ear. Solid top internode, a characteristic feature of *A. ovata* and *A. triuncialis*, was dominant over the hollow straw in the hybrid *A. spelloides* \times *A. ovata*, but recessive in hybrids *A. ovata* \times *A. ventricosa* and *A. triuncialis* \times *A. crassa*. In the hybrid *A. triuncialis* \times *A. ventricosa* the inheritance of this character was intermediate. The glume- and spikelet-characters of *A. ventricosa* were prevalent in hybrid *A. ovata* \times *A. ventricosa*, the ears and spikelets of *A. triuncialis* \times *A. crassa*, close resembled in shape those of *A. crassa*. The inheritance of the number and the length of awns and many other characters was in most cases exactly intermediate.

The present studies have been accomplished at the Agricultural Institute of the Lwów Polytechnic School in Dublany. Some preliminary investigations have been carried out in Laboratorium Botanicum Janczewskianum of the Jagellonian University, Kraków. The writer expresses his sincere gratitude to the Directors of the named Institutes, Prof. Dr. H. Gurski and Prof. Dr. K. Rouppert for their kindness in facilitating him this work.

Bibliography

1. Aase C. H. 1930: Cytology of *Triticum*, *Secale* and *Aegilops* hybrids with reference to phylogeny. Research Studies State Coll. Washington. Vol. 2, 1—60. — 2. Bleier H. 1928: Zytologische Untersuchungen an seltenen Getreide- und Rügenbastarden. Verhandl. V. Intern. Kongress f. Vererb.

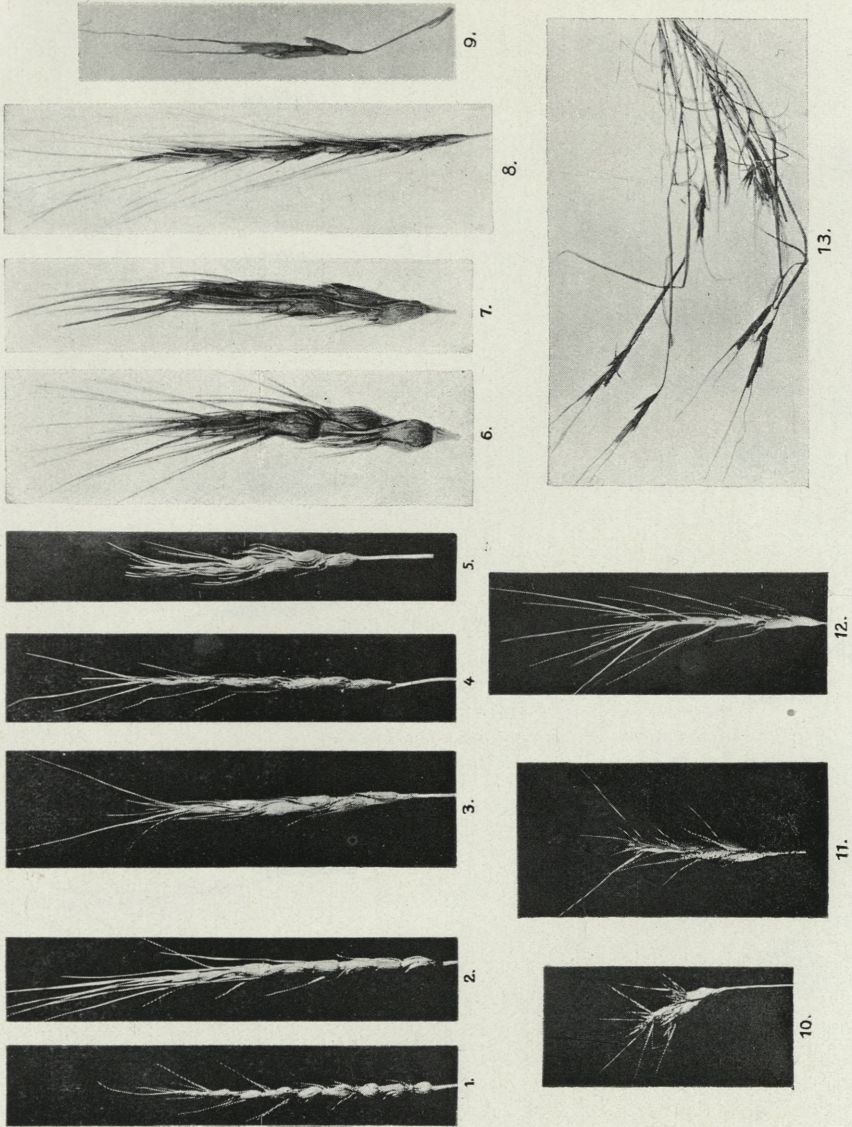
Plates 4—13.

All figures, with the exception of fig. 1, 52, 53, 54, 55, 71, 102, 105, 106, 107 are drawn under magnification of about 2400 diameters, reduced in reproduction to 1800 diameters.

- Fig. 1. Empty glume of the F 2. *A. speltoides* × *A. ovata*. Magnif. 5 ×.
 Fig. 2. *Aegilops ovata*, No 1 a. Diakinesis.
 Fig. 3. *A. triuncialis*, No 3 b. Heterotype metaphase. (Heitz).
 Fig. 4. *A. speltoides* var. *ligustica*. Heterotype anaphase. (Heitz).
 Fig. 5. *A. speltoides* var. *ligustica*. Heterotype metaphase. (Heitz).
 Fig. 6. *A. crassa*, No 7 d. Homotype metaphase. (Heitz).

Figs. 7—56 *Aegilops ovata* × *A. ventricosa*. F 1.

- Fig. 7. Prometaphase. Tripolar spindle.
 Fig. 8. Prometaphase. Tripolar spindle.
 Fig. 9. Prometaphase. Bipolar spindle.
 Fig. 10. Heterotype metaphase. 1 II + 25 I. One lacking.
 Fig. 11. Heterotype metaphase. 2 II + 24 I.
 Fig. 12. Heterotype metaphase. One V-shaped trivalent and 25 univalents collected near to the poles.
 Fig. 13. Heterotype metaphase. 1 III + 1 II + 22 I. One lacking.
 Fig. 14. Heterotype metaphase. 3 II + 22 I. The bivalent components begin to separate.
 Fig. 15. Heterotype metaphase. 3 II + 22 I.
 Fig. 16. Heterotype metaphase. 1 III + 2 II + 21 I.
 Fig. 17. Heterotype metaphase. 4 II + 20 I.
 Fig. 18. Heterotype metaphase. 2 III + 4 II + 13 I. One lacking. One aberrant trivalent.
 Fig. 19. Heterotype metaphase. 5 II + 18 I.
 Fig. 20. 1 parasyndetic bivalent.
 Fig. 21. Parasyndetic bivalent.
 Fig. 22. The N-shaped tetrapartite chromosome.
 Fig. 23. Heterotype metaphase. 7 II + 13 I. One lacking.
 Fig. 24. Early heterotype anaphase. Separation of the bivalent components.
 Fig. 25. Heterotype anaphase. Bivalent components reach the poles, the majority of univalents collected at the equator.
 Fig. 26. Heterotype anaphase. Separation of the bivalent components.
 Fig. 27. Heterotype anaphase. 5 lagging univalents at the equator, 11 and 12 chromosomes collected at the poles.
 Fig. 28. Heterotype anaphase. Split halves of 11 lagging univalents moving to opposite poles.
 Fig. 29. Heterotype anaphase. 12 homotypically split univalents are collected in the equatorial zone, 7 and 9 chromosomes are already at the poles.
 Fig. 30. Heterotype anaphase. Separation of the lagging univalents. Some split halves remain together and travel to the same pole.



K. Miczyński.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

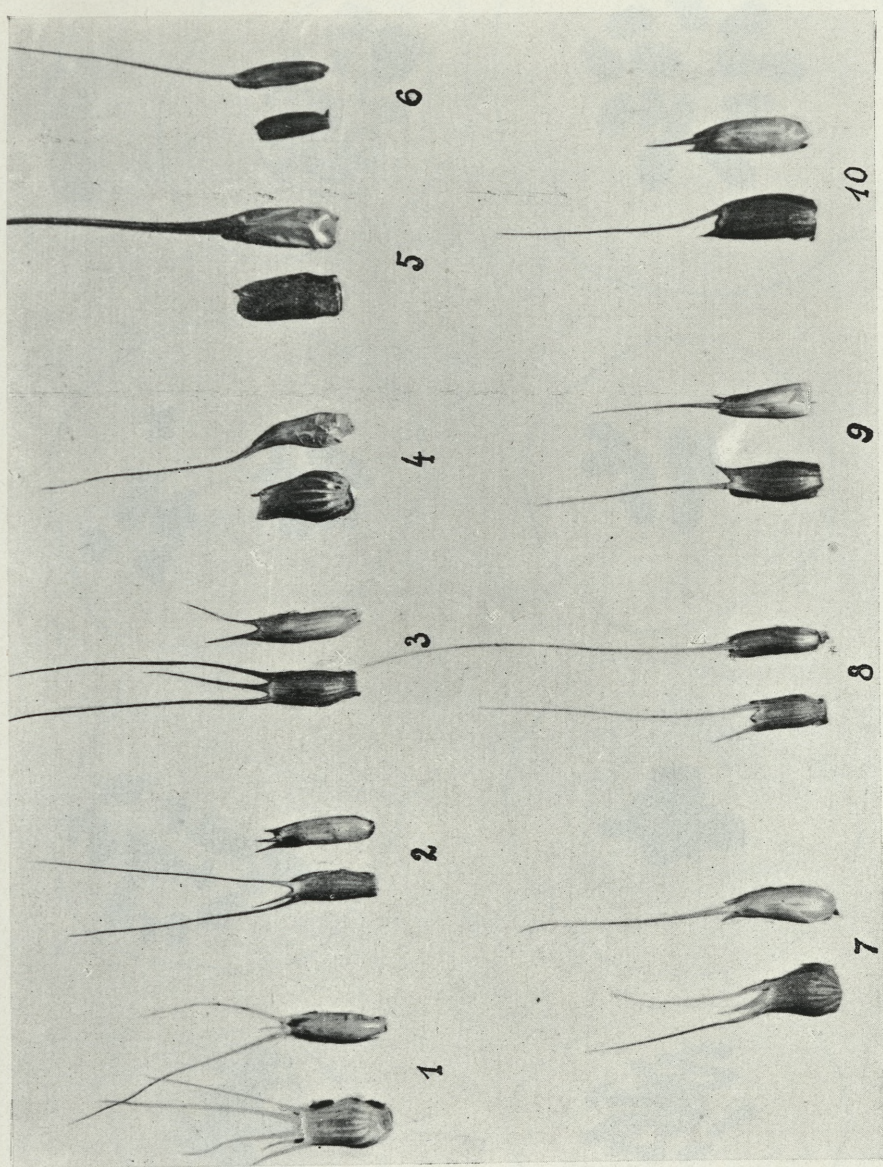
[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

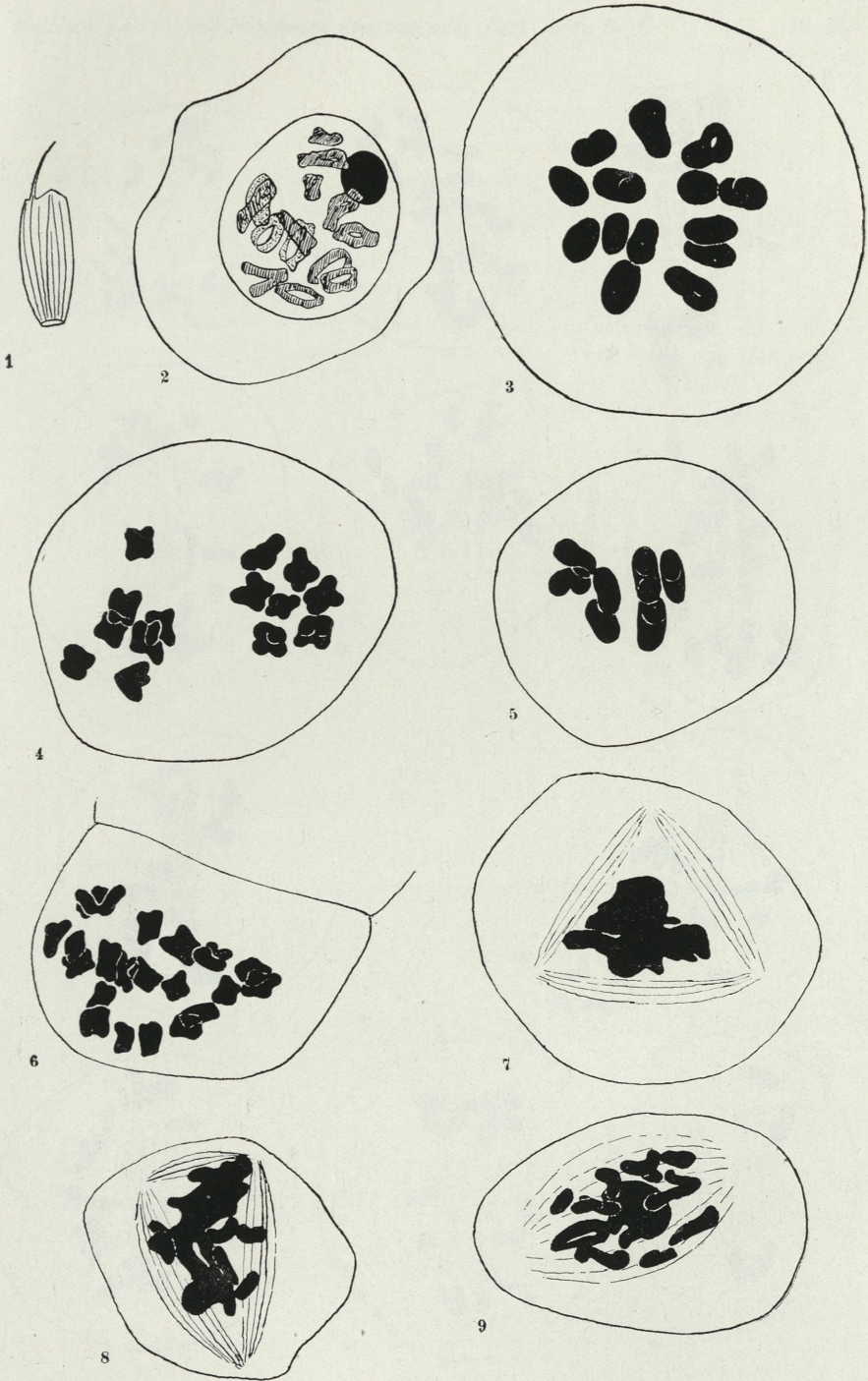
[Redacted text block]

[Redacted text block]



K. Miczyński.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

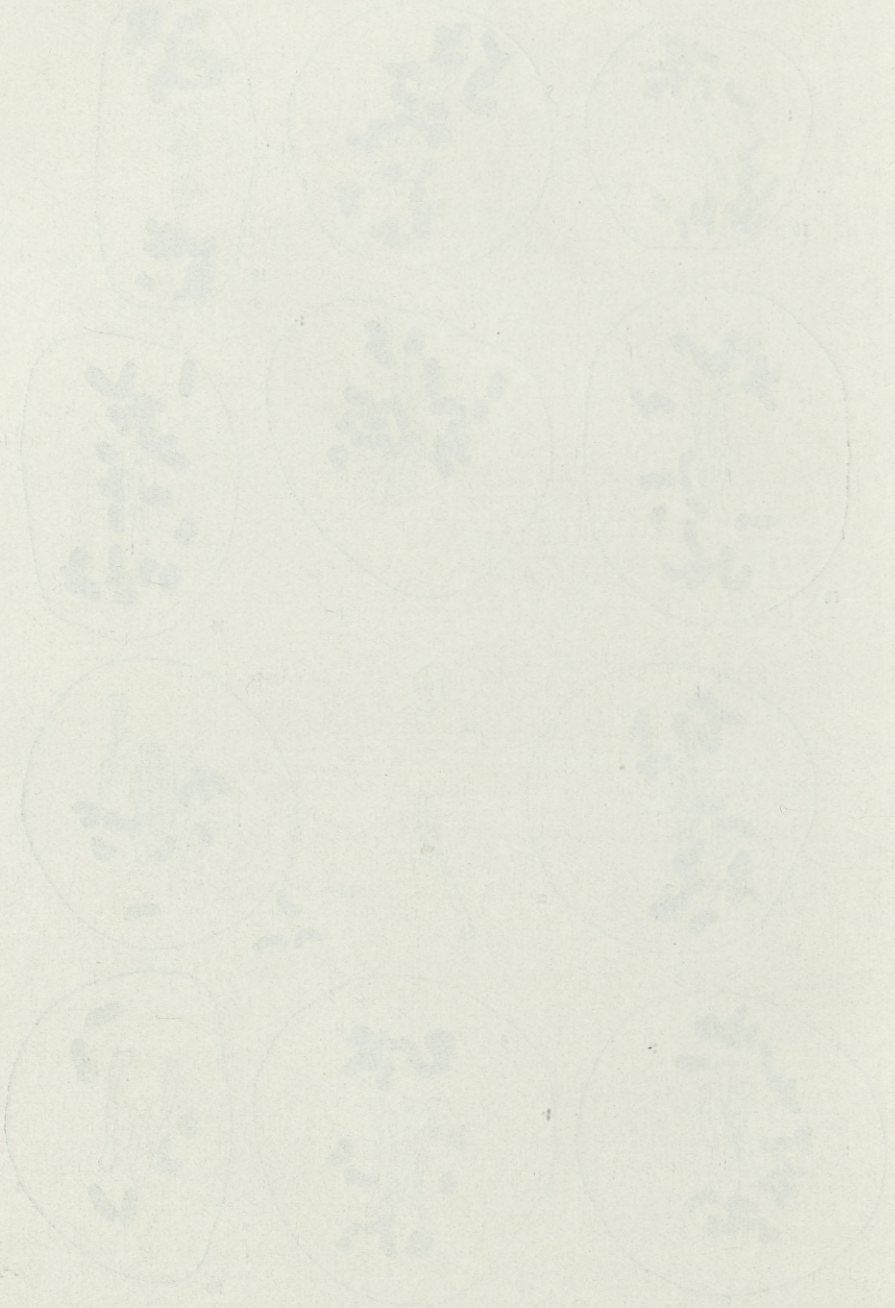


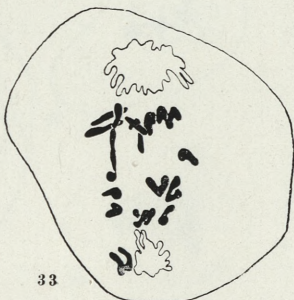
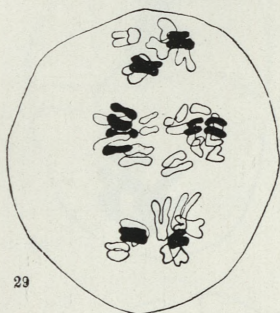
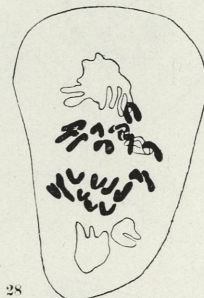
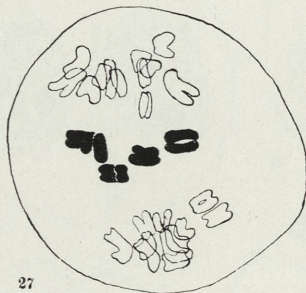
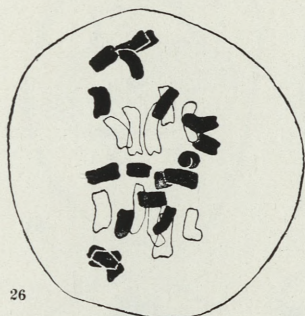
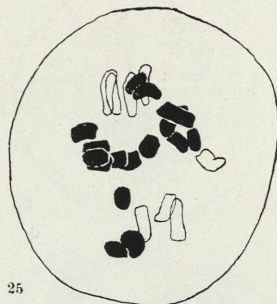
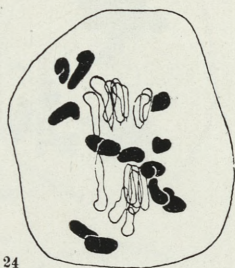
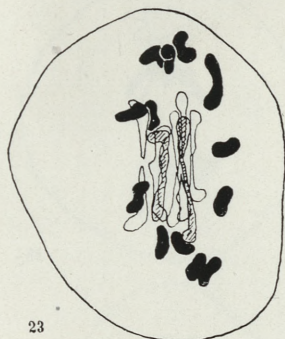
K. Miczyński.





K. Miczyński.



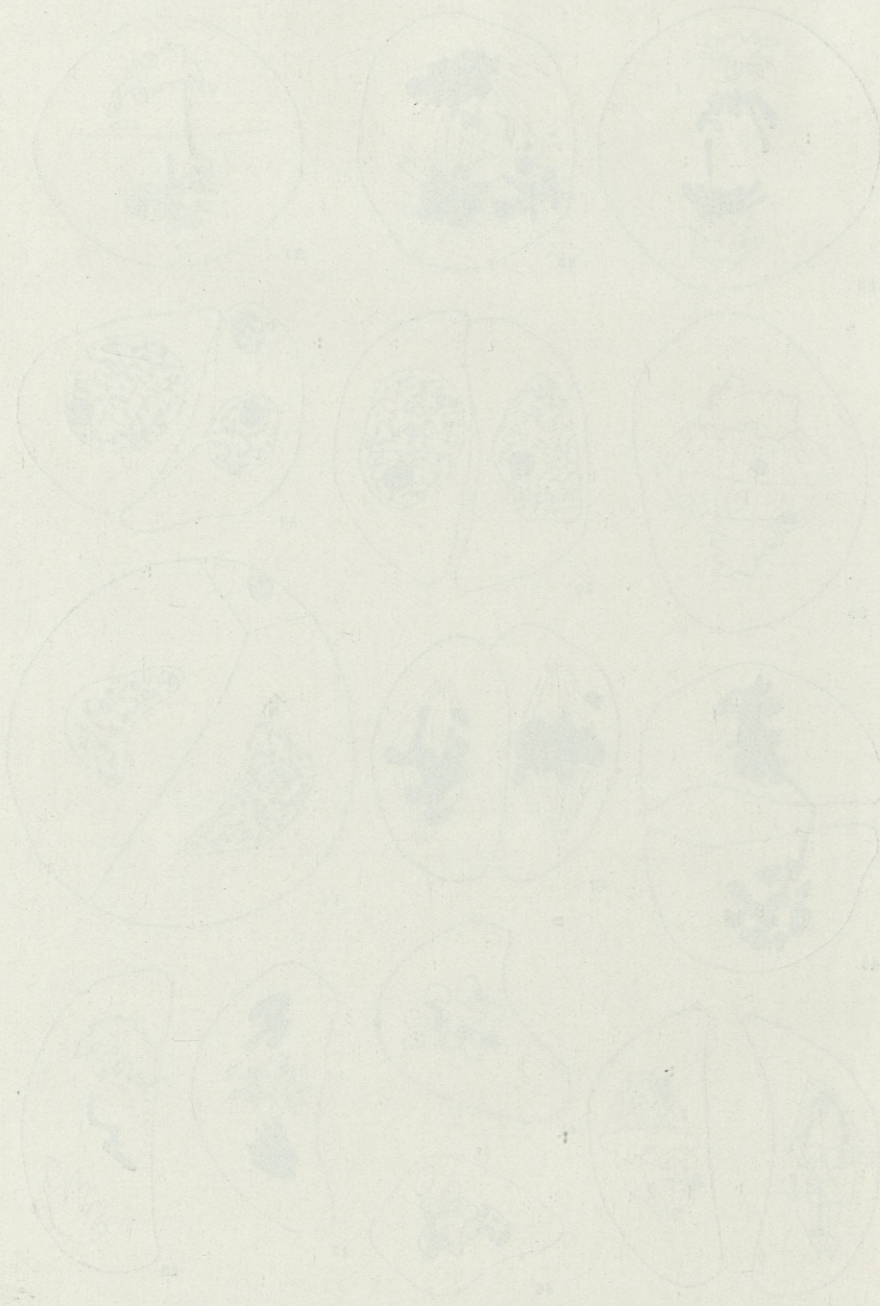


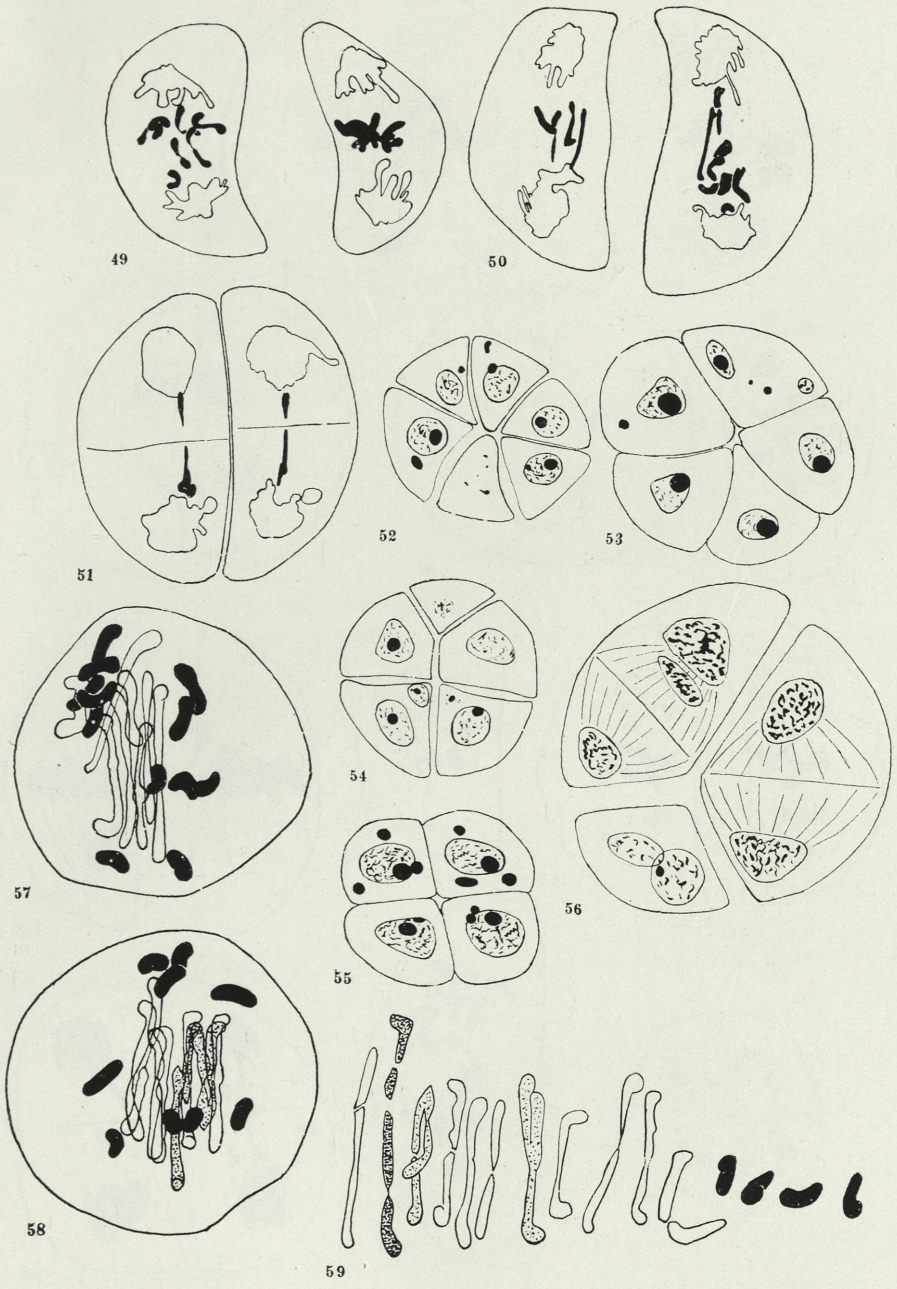
K. Miczyński.



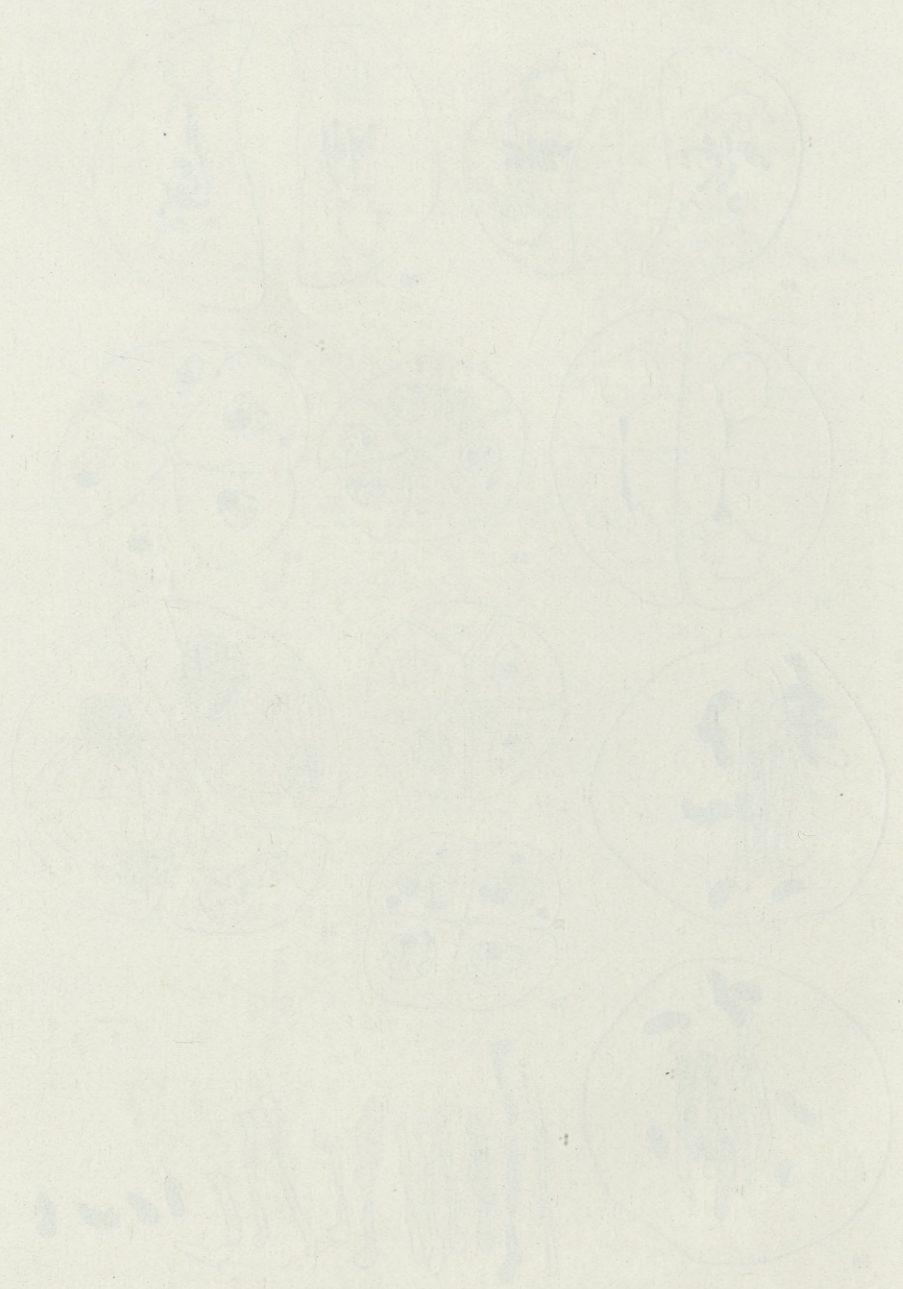


K. Miczyński.





K. Miczyński.





K. Miczyński.





K. Miczyński.



PLATE I

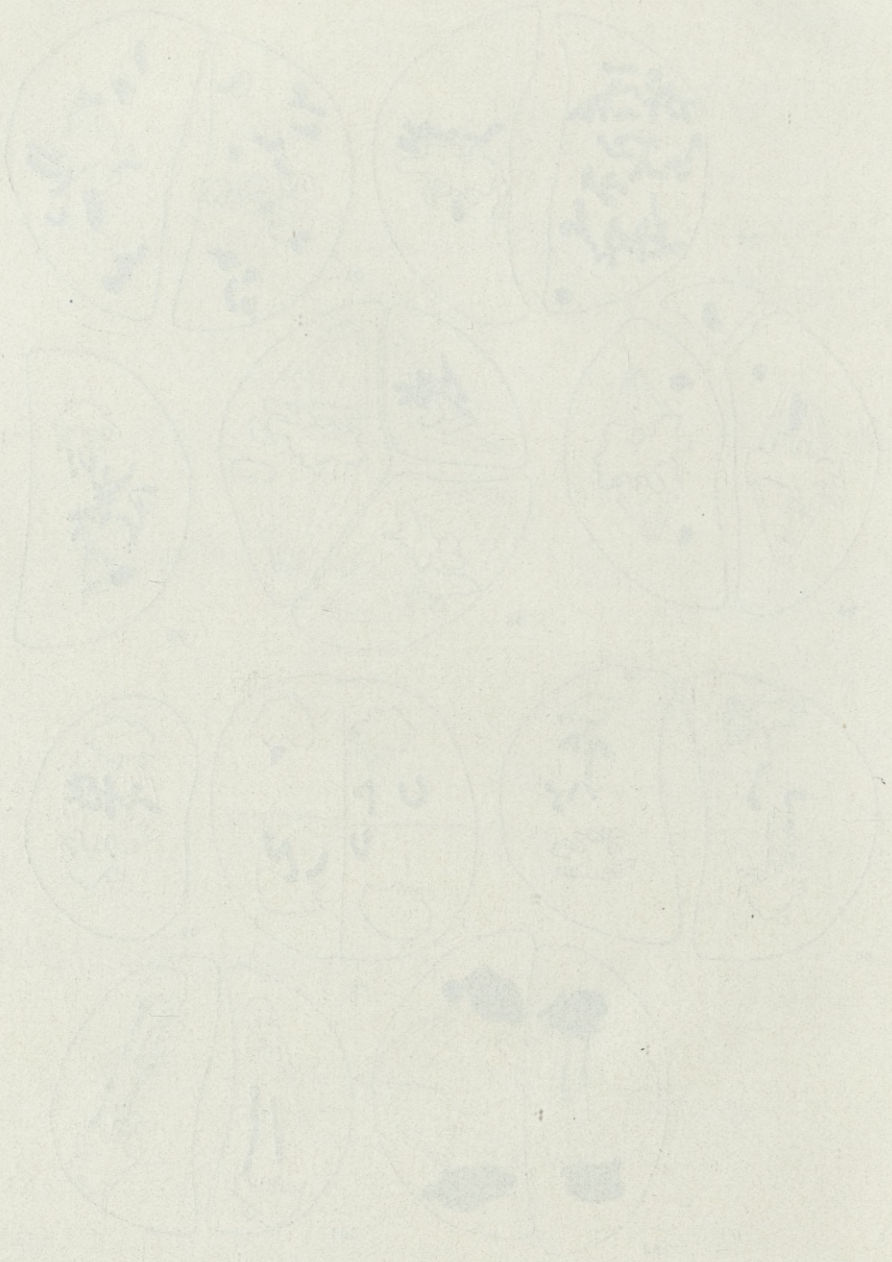


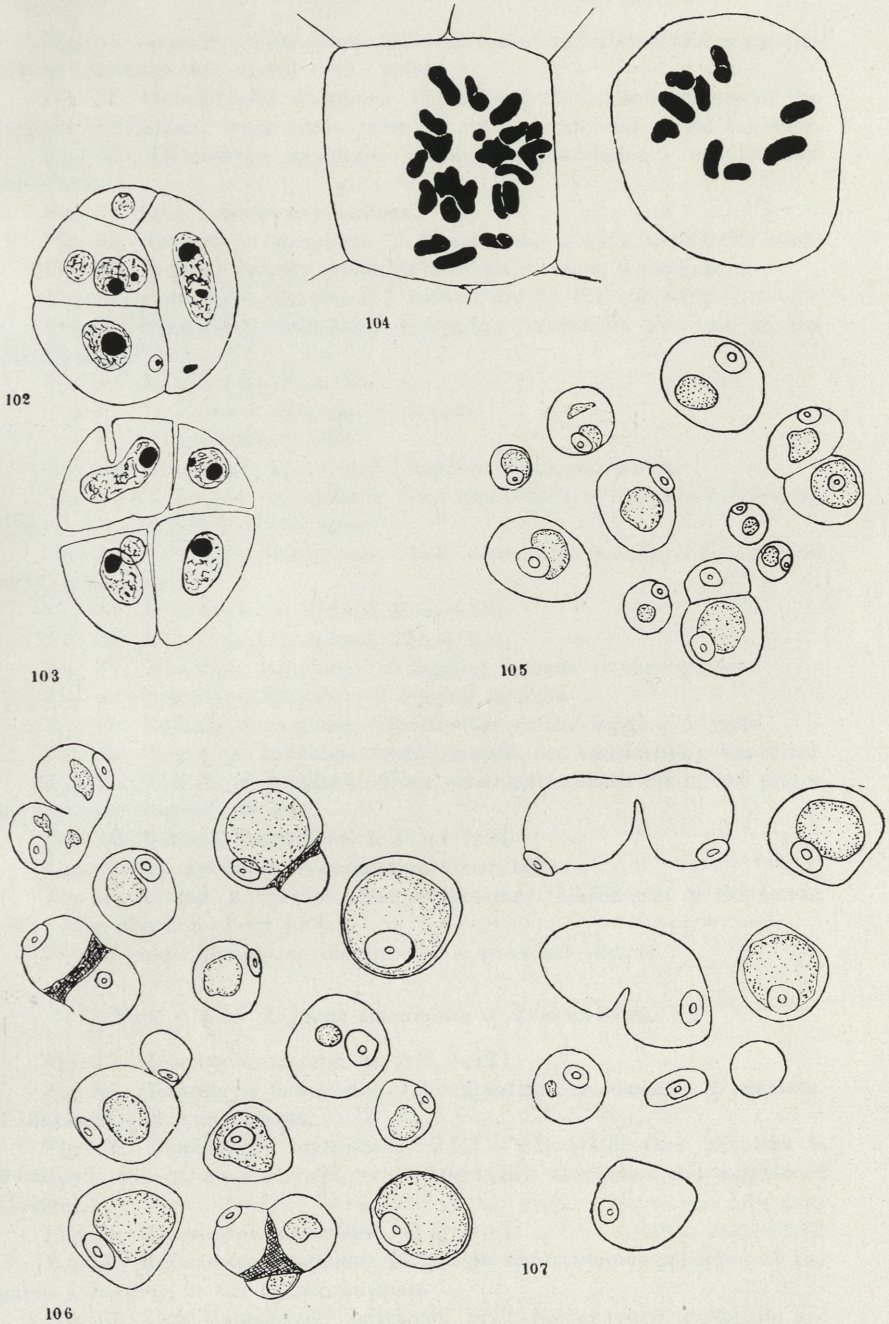
K. Miczyński.





K. Miczyński.





K. Micyński.



Fig. 31. Heterotype anaphase. Split halves of univalents and some undivided chromosomes move to the poles,

Fig. 32. Heterotype anaphase. Separation of the split halves of the lagging univalents. Some split pairs do not separate and travel together.

Fig. 33. Heterotype anaphase. Some monads become considerably stretched.

Fig. 34. Late heterotype anaphase.

Fig. 35. Heterotype telophase. 4 chromosome groups are clearly seen.

Fig. 36. Tripolar spindle of the heterotype division. Telophase.

Fig. 37. Heterotype telophase. 1 monad cut by the cell wall.

Fig. 38. Heterotype telophase. 2 lagging univalents are lost in the cytoplasm.

Fig. 39. Interkinesis. 2 nuclei.

Fig. 40. Interkinesis. 3 nuclei in 2 cells.

Fig. 41. Interkinesis. 3 cells.

Fig. 42. Homotype metaphase. Irregular equatorial plates.

Fig. 43. Homotype metaphase. Two sister cells of the dyad linked by means of a stretched chromosome.

Fig. 44. Homotype metaphase. Some monads are considerably stretched outside the plate.

Fig. 45. Homotype metaphase. $11 u + 5 m$.

Fig. 46. Homotype metaphase. $12 u + 6 m$.

Fig. 47. Homotype anaphase. 10 lagging monads at the equator.

Fig. 48. Homotype anaphase. 2 lagging monads.

Fig. 49. Homotype anaphase. Distribution of the lagging monads.

Fig. 50. Homotype anaphase. Some monads are considerably stretched.

Fig. 51. Homotype telophase. Some stretched monads cut in two pieces by the new formed cell wall.

Fig. 52. Heksad. Magnification about 1100.

Fig. 53—54. Pentads. Magnification about 1100.

Fig. 55. Tetrad. A number of supernumerary mikronuclei in the tetrad cells. Magnification about 1100.

Fig. 56. Late homotype telophase of a tri-celled »dyad«.

Figs. 57—71 *Aegilops triuncialis* × *A. ventricosa*. F 1.

Fig. 57. Heterotype metaphase. $8 II + 12 I$.

Fig. 58. Heterotype metaphase. 1 tetrapartite chromosome, 1 trivalent, 6 bivalents and 9 univalents.

Fig. 59. Heterotype metaphase. $2 III + 9 II + 4 I$. One trivalent is V-shaped, the other Y-shaped, one abnormally elongated and segmented bivalent.

Fig. 60. Heterotype metaphase. $11 II + 6 I$.

Fig. 61. Heterotype anaphase. 14 and 10 chromosomes collected at the poles, 4 lagging in the equatorial zone.

Fig. 62. Late heterotype anaphase. Split halves of 6 univalents are moving to opposite poles. 1 lagging univalent does not divide.

- Fig. 63. Heterotype telophase. 1 univalent is lagging in the equatorial zone.
- Fig. 64. Homotype metaphase. 10 u + 7 m. Polar view.
- Fig. 65. Homotype metaphase. Side view.
- Fig. 66. Homotype metaphase. 11 u + 3 m. Polar view.
- Fig. 67. Homotype anaphase. 6 lagging monads at the equator.
- Fig. 68. Homotype anaphase. 3 lagging monads at the equator.
- Fig. 69. Homotype telophase.
- Fig. 70. Homotype anaphase. Monad chromosomes moving to the poles.
- Fig. 71. Tetrad. Single univalent chromosomes and monads lost in the cytoplasm, outside the nuclei. Magnification about 1100.

Figs. 72—104 *Aegilops triuncialis* × *A. crassa*. F1.

- Fig. 72. Heterotype metaphase. 6 II + 23 I. One parasynthetic bivalent.
- Fig. 73. Heterotype metaphase. 1 III + 4 II + 24 I. 1 parasynthetic bivalent.
- Fig. 74. Heterotype metaphase. 3 II + 29 I. 2 parasynthetic bivalents.
- Fig. 75. Heterotype metaphase. 1 III + 5 II + 22 I. 1 parasynthetic bivalent.
- Fig. 76. Early heterotype anaphase. Separation of the bivalent components.
- Fig. 77. Heterotype anaphase. 18 chromosomes collected at one pole and 17 at the other.
- Fig. 78. Heterotype anaphase. Some of the univalents form an equatorial plate.
- Fig. 79. A curved heterotypic spindle. 1 undivided bivalent at the equator with a number of split and separated univalents.
- Fig. 80. Heterotype anaphase. Curved heterotypic spindle.
- Fig. 81. Heterotype anaphase. 14 and 9 chromosomes collected at the poles, 12 univalents lagging at the equator, one of them already separated in two halves.
- Fig. 82. Late heterotype anaphase.
- Fig. 83. Heterotype anaphase. Split halves of the lagging univalents preceeding to opposite poles.
- Fig. 84. Heterotype telophase. 2 lagging monad pairs and 1 univalent lost in the cytoplasm.
- Fig. 85. Heterotype telophase. 1 monad lost in the cytoplasm and cut by the new formed cell wall.
- Fig. 86. Interkinesis. A third small cell formed by the separation of a portion of cytoplasm containing some chromosomes.
- Fig. 87. Interkinesis.
- Fig. 88. Interkinesis. 2 small portions of cytoplasm containing some chromosomes separated from the chief mass of the dyad cells, thus forming an 4-celled »dyad«.
- Fig. 89. Homotype metaphase. Some of the monads lying outside of the plate.
- Fig. 90. Homotype prometaphase. One of the cells contains 12 univalent chromosomes and 13 monads, the other cell 9 univalents and 15 monads.

Fig. 91. Homotype prometaphase. In the left cell 9 u + 12 m, in the right cell 6 u + 28 m. In one cell the nuclear membrane is still visible.

Fig. 92. Metaphase and anaphase of the heterotypic division.

Fig. 93. Homotype metaphase. In one cell 10 univalents and 14 monads are seen. 8 univalents collected in an equatorial plate.

Fig. 94. Homotypic division of a tri-celled »dyad«.

Fig. 95. Homotypic division of a triad.

Fig. 96. Homotype anaphase. 12 lagging monads in the equatorial zone. 1 undivided univalent in the lower pole.

Fig. 97. Homotype anaphase. The distribution of the lagging monads.

Fig. 98. Homotype telophase. Longitudinal division of one lagging univalent.

Fig. 99. Homotype anaphase. 7 lagging monads in the equatorial zone.

Fig. 100. Homotype telophase.

Fig. 101. Homotype telophase. Transverse division of a monad chromosome.

Fig. 102—103. Tetrads. Great number of supernumerary micronuclei and irregular shapes of the tetrad cells are clearly seen. Magnification 1100.

Fig. 104. Heterotype metaphase of the megaspore mother cell. About 35 univalents.

Fig. 105. Pollen of *A. ovata* × *A. ventricosa*, F 1. Magnification 450.

Fig. 106. Pollen of *A. speltoides* × *A. ovata*, F 1. Magnification 450.

Fig. 107. Pollen of *A. speltoides* × *A. ovata*, F 2. Magnification 450.

O wpływie słabych prądów elektrycznych na asymilację u Elodea canadensis. — Sur l'action de faibles courants électriques sur l'assimilation chlorophyllienne chez Elodea canadensis.

Mémoire

de M. F. GÓRSKI,

présenté dans la séance du 20 mars 1931 par M. Wl. Szafer m. t.

I.

Le nombre de travaux consacrés à l'étude de l'action de l'électricité sur l'assimilation chlorophyllienne est très restreint et leurs résultats ne sont pas concordants. Les travaux plus anciens (Thouvenin 1896, Kołtoński 1908, Pollacci 1907), semblaient indiquer que le passage de courants électriques très faibles fait augmenter l'intensité de l'assimilation. Par contre, les courants plus forts agissaient d'une façon inverse et faisaient diminuer l'assimilation. Dans ses recherches les plus récentes, Marx (1930) confirma ce dernier fait, mais ne put découvrir aucune action stimulante des courants électriques continus à faible intensité. Nous passons sur le mémoire de Thouvenin qui cependant avait le mérite d'avoir attiré le premier l'attention sur ce sujet. Les expériences de cet auteur sont peu nombreuses et les conditions dans lesquelles elles furent exécutées soulèvent certaines objections (voy. Marx). La divergence entre les résultats de Kołtoński et ceux de Marx est plus difficile à expliquer, ces deux travaux ayant été exécutés sur la même plante (*Elodea canadensis*) avec beaucoup de soin et selon la même méthode. Toutefois, il nous semble que certains défauts, de l'expérimentation se sont glissés dans les recherches de Marx et pourraient expliquer les résultats

négatifs qu'il a enregistrés. Pour empêcher la diffusion des substances dégagées aux électrodes, Marx faisait circuler de l'eau de fontaine dans le récipient contenant la plante. Toutefois, avant d'y pénétrer, l'eau passait par un tube en spirale plongeant dans un récipient chauffé au moyen d'un bec Bunsen et était portée de la sorte à la température voulue (20° — 27° C). Cette façon rapide de chauffer l'eau entraînait une sursaturation par les gaz atmosphériques. La preuve que l'eau était réellement sursaturée de gaz, nous la trouvons un peu plus loin (page 167), dans le passage où il est question des bulles de gaz qui se formaient sur la plante et que Marx enlevait toutes les demi-heures au moyen d'un pinceau. Or l'on sait depuis longtemps que des plantes aquatiques placées dans de l'eau sursaturée de gaz dégagent des bulles, même dans l'obscurité. Ce phénomène purement physique peut complètement masquer le dégagement des bulles attribuable à l'assimilation chlorophyllienne de la plante. Ce cas précisément pouvait se présenter dans les recherches de Marx; il expliquerait pourquoi Kołtoński, qui employait de l'eau non chauffée (temp. 12° — 15° C), a pu constater une action stimulante du courant, tandis que Marx qui se servait d'eau rapidement chauffé et sursaturée d'air, n'a rien pu découvrir.

Les considérations précédentes nous amenèrent à étudier le problème encore une fois, en tâchant d'apporter quelques améliorations dans les expériences. En particulier, nous avons employé de l'eau distillée additionnée d'un électrolyte et nous avons renoncé à faire circuler de l'eau. Kniep (1915) montra en effet que l'agitation du liquide exerce une influence sur le nombre de bulles dégagées suivant le degré de saturation de l'eau par l'air. Lorsque l'eau est sursaturée, les bulles se dégagent plus abondamment, par contre quand elle est privée de gaz, leur nombre diminue ou tombe à zéro.

II.

Pendant le passage du courant à travers l'électrolyte (NaCl par exemple), on voit se dégager aux électrodes des acides et des bases (HCl et NaOH) qui peuvent exercer une influence nocive sur la plante. On comprend les soins pris par Kołtoński et par Marx pour empêcher ces substances de pénétrer dans la plante. A cet effet, ils plaçaient les électrodes dans

des vases poreux remplis d'eau continuellement renouvelée. Dans nos recherches nous avons renoncé à faire circuler de l'eau et l'unique moyen empêcher la diffusion des substances en que-

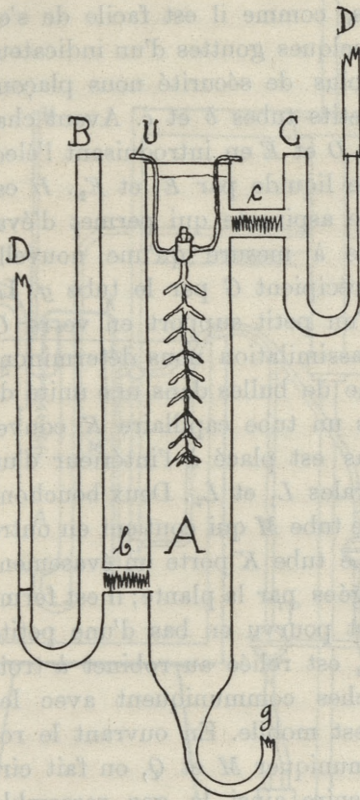


Fig. 1. — Récipient pour recevoir la plante. A — tube avec la plante, B et C — tubes latérales en verre, b et c — bouchons d'amiante, D — tubes en caoutchouc conduisant aux électrodes, U — support pour tenir la plante.

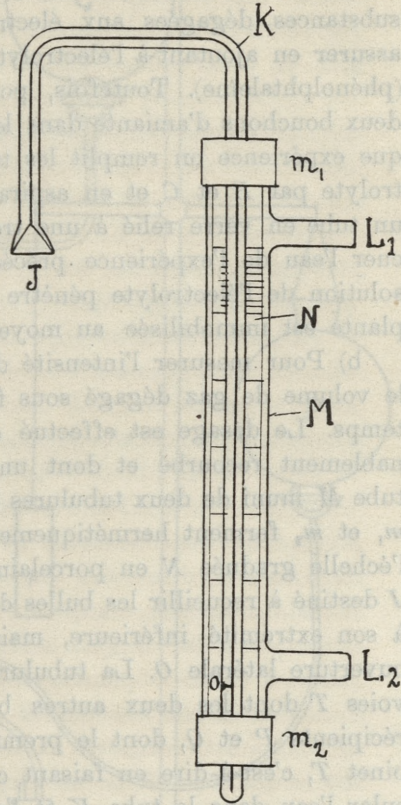


Fig. 2. — Tube à mensurations. M — tube en verre contenant à l'intérieur le tube capillaire K et l'échelle graduée en porcelaine N. J — évaselement pour recueillir les bulles, O — ouverture latérale du tube capillaire, L₁ et L₂ tubulures latérales, m₁ et m₂ bouchons recouverts de morceaux de tubes en caoutchouc.

stion, consistait à écarter le plus possible les électrodes. Nous plaçons la plante dans un tube assez large A (diam. 2.58 cm.) muni de deux ramifications latérales B et C qui à leur tour

communiquent au moyen de tubes en caoutchouc D avec les tubes en verre E_1 et E_2 (non figurés sur le dessin) contenant les électrodes en platine. La longueur des tubes D et E (40 cm.) et leur faible diamètre (6 mm.) rendait très lente la diffusion des substances dégagées aux électrodes, comme il est facile de s'en assurer en ajoutant à l'électrolyte quelques gouttes d'un indicateur (phénolphthaleïne). Toutefois, pour plus de sécurité nous plaçons deux bouchons d'amiante dans les petits tubes b et c . Avant chaque expérience on remplit les tubes D et E en introduisant l'électrolyte par B et C et en aspirant le liquide par E_1 et E_2 . H est un tube en verre relié à une trompe aspirante qui permet d'évacuer l'eau de l'expérience précédente à mesure qu'une nouvelle solution de l'électrolyte pénètre du récipient G par le tube g . La plante est immobilisée au moyen d'un petit support en verre U .

b) Pour mesurer l'intensité de l'assimilation nous déterminons le volume de gaz dégagé sous forme de bulles dans une unité de temps. Le dosage est effectué dans un tube capillaire K convenablement recourbé et dont un bras est placé à l'intérieur d'un tube M muni de deux tubulures latérales L_1 et L_2 . Deux bouchons m_1 et m_2 ferment hermétiquement le tube M qui contient en outre l'échelle graduée N en porcelaine. Le tube K porte un évasement J destiné à recueillir les bulles dégagées par la plante; il est fermé à son extrémité inférieure, mais est pourvu en bas d'une petite ouverture latérale O . La tubulure L_2 est reliée au robinet à trois voies T dont les deux autres branches communiquent avec les récipients P et Q , dont le premier est mobile. En ouvrant le robinet T , c'est-à-dire en faisant communiquer M et Q , on fait circuler l'eau dans le tube K et l'on aspire ainsi le gaz rassemblé dans l'évasement J . En fermant le robinet soit en faisant communiquer M et P , on arrête la circulation. En faisant monter ou descendre un peu P on arrête définitivement la colonne de gaz dans le tube capillaire devant l'échelle et l'on procède à la lecture du volume. Celle-ci terminée, en ouvrant le robinet T on fait entrer une nouvelle bulle dans K , tandis que l'ancienne s'échappe par O et s'arrête au-dessous du bouchon m_1 . La tubulure L_1 reliée au récipient R permet d'évacuer l'air du tube M et de le remplir d'eau.

Le tube M est monté sur un châssis qui porte deux pinces à ressort comme celles employées pour sécher les films s_1 et s_2 . Ce dispositif permet de faire tourner l'appareil autour d'un axe vertical et de

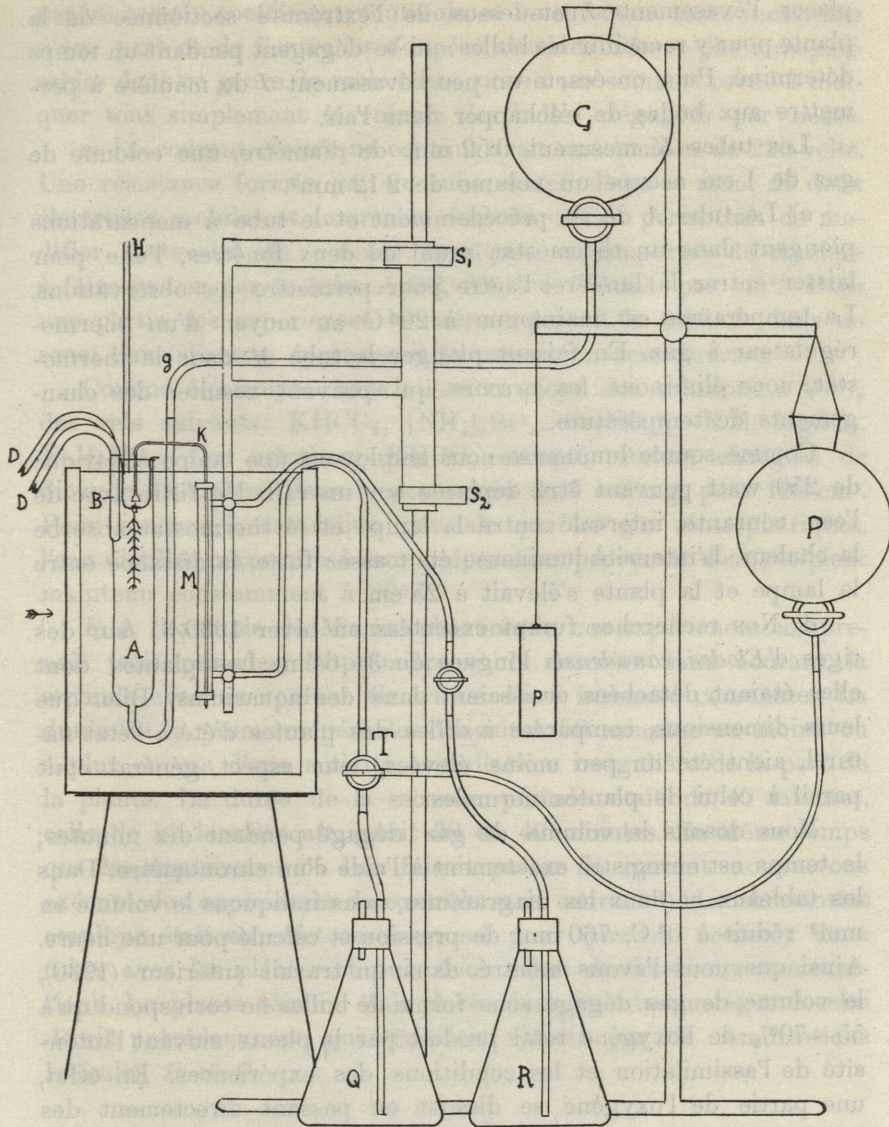


Fig. 3. — Vue d'ensemble de l'appareil employé. *A* — tube pour recevoir la plante, *B* — tube latéral, *D* — tubes en caoutchouc conduisant aux électrodes, *G* — récipient avec l'électrolyte étudié, *H* — tube relié à une trompe à eau pour évacuer le tube *A*. *J* — évasement destiné à recueillir les bulles, *K* — tube capillaire, *M* — tube de mensurations. *P* — récipient mobile, *p* — contrepois, *T* — robinet à trois voies. *s*₁ et *s*₂ pincés à ressort. La flèche indique la direction des rayons de lumière.

placer l'évasement *J* au-dessus de l'extrémité sectionnée de la plante pour y recueillir les bulles qui se dégagent pendant un temps déterminé. Puis, on écarte un peu l'évasement *J* de manière à permettre aux bulles de s'échapper dans l'air.

Les tubes *K* mesurent 0·52 mm de diamètre, une colonne de gaz de 1 cm occupe un volume de 2·12 mm³.

c) Le tube *A* décrit précédemment et le tube à mensurations plongent dans un thermostat muni de deux fenêtres, l'une pour laisser entrer la lumière, l'autre pour permettre les observations. La température est maintenue à 20° C au moyen d'un thermostat à gaz. En faisant plonger le tube *M* dans le thermostat, nous éliminons les erreurs qui peuvent résulter des changements de température.

Comme source lumineuse nous employons une lampe électrique de 250 watt pouvant être déplacée sur un rail. Un filtre avec de l'eau courante intercalé entre la lampe et le thermostat absorbe la chaleur. L'intensité lumineuse était assez forte, la distance entre la lampe et la plante s'élevait à 25 cm.

d) Nos recherches furent exécutées en hiver 1930/31 sur des tiges d'*Elodea canadensis* longues de 3—6 cm. Les plantes dont elles étaient détachées croissaient dans des aquariums. Bien que leurs dimensions, comparées à celles des plantes d'été à l'état naturel, aient été un peu moins élevées, leur aspect général était pareil à celui de plantes normales.

Nous dosons le volume de gaz dégagé pendant dix minutes; le temps est enregistré exactement à l'aide d'un chronomètre. Dans les tableaux et dans les diagrammes, nous indiquons le volume en mm³ réduit à 0° C, 760 mm de pression et calculé pour une heure. Ainsi que nous l'avons montré dans un travail antérieur (1930), le volume de gaz dégagé sous forme de bulles ne correspond qu'à 55—70% de l'oxygène total produit par la plante, suivant l'intensité de l'assimilation et les conditions des expériences. En effet, une partie de l'oxygène se dissout en passant directement des cellules dans l'eau. Nous avons également montré qu'à condition d'employer de petites tiges (6 cm. de longueur au maximum), on peut admettre, sans commettre d'erreur appréciable, qu'il y a proportionnalité entre le volume (ou le nombre) des bulles et le volume correspondant d'oxygène dégagé au cours de l'assimilation. Pour obtenir des valeurs absolues, il faut multiplier le volume des bulles

par un certain coefficient; toutefois, sa valeur étant assez incertaine d'une part et de l'autre les données absolues n'étant pas indispensables dans ce genre de recherches, nous nous sommes borné à indiquer tout simplement le volume des bulles dégagées par heure.

e) Le courant électrique continu avait une tension de 220 volts. Une résistance formée par un tube rempli d'eau et muni de deux électrodes mobiles et intercalée dans le circuit permettait de modifier l'intensité du courant (quelques miliampères) de manière à faire passer par le tube A 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mA par cm^2 . Dans une partie des expériences le courant passait le tube A dans un sens; dans d'autres épreuves il le passait en sens inverse.

Comme électrolyte nous avons employé des solutions à 0.5% des sels suivants: KHCO_3 , $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}[\text{NO}_3]_2$, KCl , MgSO_4 , NaH_2PO_4 . Ces solutions (KHCO_3 excepté) étaient chargées de dioxyde de carbone dans la proportion de 7 à 8 mg. pour 100 cm^3 . Pour assurer la saturation normale par les gaz atmosphériques, l'eau distillée nécessaire à leur préparation provenait d'un récipient maintenu constamment à 20° C.

f) A l'exemple de Marx, chacune de nos expériences comprenait trois périodes, la première et la dernière sans courant, la seconde avec un courant électrique d'une intensité constante. La durée de la première période s'élevait à 50 minutes au moins ou à plus en cas d'une activité assimilatrice irrégulière de la part de la plante. La durée de la seconde période était de 40 minutes, celle de la dernière atteignait 30 ou 40 minutes. En même temps que les expériences où l'on faisait passer le courant nous avons exécuté des expériences de contrôle sans courant ¹⁾. Le thermostat employé était en effet assez grand pour pouvoir contenir deux tubes avec les plantes et puis deux tubes destinés aux mensurations. La plante témoin était placée dans un tube analogue à celui décrit précédemment qui toutefois n'avait pas de ramifications latérales B et C .

III.

1. Toutes les expériences ayant été exécutées d'après le même schème (deux périodes sans courant séparées par une période de

¹⁾ Toutefois, la série de contrôle avec le sulfate d'ammonium fut exécutée après la série avec le courant.

40 minutes avec passage du courant), nous nous bornons à indiquer les moyennes de chaque série (tableau I). Toutefois, nous

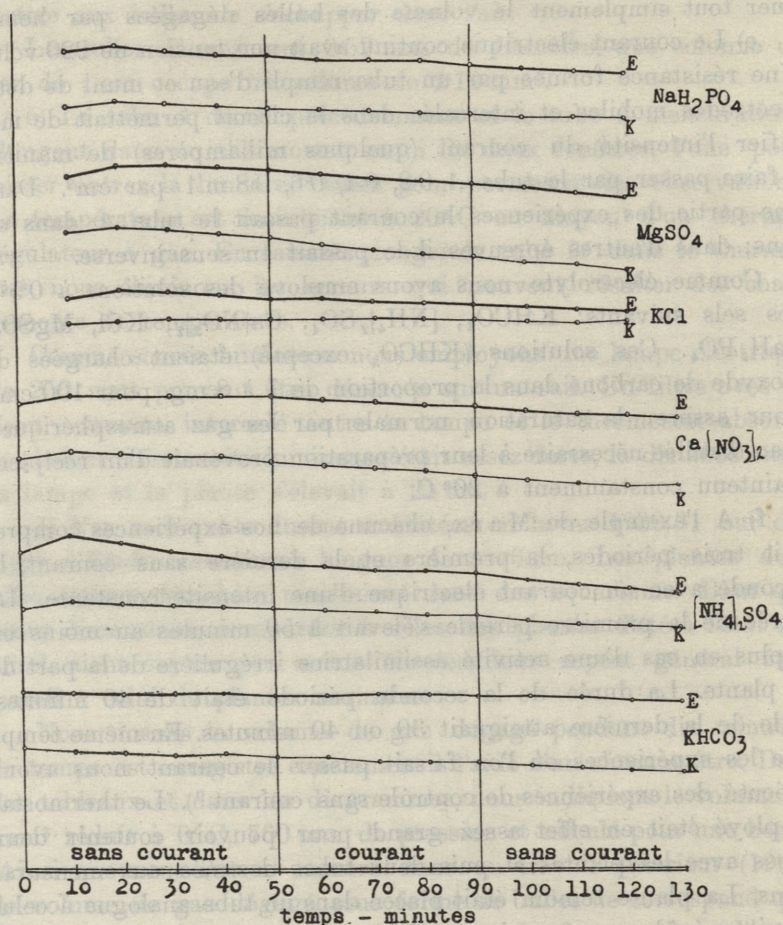


Diagramme I. Moyennes des intensités de l'assimilation (mm³ par heure) pour les différents électrolytes en fonction du temps. *E* — série avec passage du courant, *K* — série sans courant.

donnons les résultats détaillés de la série exécutée avec les solutions du nitrate de calcium, afin de permettre au lecteur de se rendre compte de la marche des différentes expériences (tableau II). En représentant graphiquement les résultats d'une expérience on obtient une série de points situés plus ou moins exactement sur

TABLEAU I.

Moyennes des intensités de l'assimilation (mm^3 par heure) en fonction du temps pour les différents électrolytes. Densité du courant $0.2-0.8 \text{ m.A/cm}^2$. n — nombre des expériences. *El* — série avec passage du courant. *C* — série témoin sans courant.

I électrolyte	2 n	3 — temps — minutes													
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
KHCO_3 " <i>El</i>	12	35.5	35.2	34.9	35.1	35.1	34.8	34.7	35.0	34.9	34.8	34.7	34.3	33.4	33.1
	8	34.7	34.0	33.4	33.0	33.1	32.6	32.4	31.6	31.5	31.4	30.8	30.2	29.9	29.7
$[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$ " <i>El</i>	20	33.5	36.7	35.1	33.6	32.5	31.0	30.1	29.7	29.2	28.9	27.5	26.5	25.9	24.7
	12	32.0	33.7	33.0	32.5	32.4	32.0	31.6	31.3	30.8	30.3	29.6	28.9	28.3	28.0
$\text{Ca}[\text{NO}_3]_2$ " <i>El</i>	10	32.8	34.7	34.5	34.6	3.43	34.2	33.7	33.2	32.7	32.3	31.5	30.9	30.4	30.0
	10	32.0	33.4	32.9	32.6	32.2	31.6	30.6	30.0	29.3	28.5	27.8	27.0	26.6	25.5
KCl " <i>El</i>	10		28.5	30.3	29.9	29.3	28.6	28.5	27.9	27.6	27.1	27.0	26.2	25.9	
	8		23.6	24.0	24.5	24.5	24.6	24.6	24.5	24.4	24.1	24.0	23.7	23.9	
MgSO_4 " <i>El</i>	8		28.3	30.3	30.4	30.1	29.5	28.6	27.9	27.3	26.6	25.9	24.9	24.1	
	8		27.3	28.1	27.7	26.9	26.0	24.8	23.7	22.8	22.0	21.0	20.3	19.7	
NaH_2PO_4 " <i>El</i>	8		33.5	34.3	33.4	32.8	32.3	31.7	31.4	31.2	30.3	29.7	29.0	28.5	
	8		32.0	33.4	32.9	32.3	31.8	31.7	31.2	30.9	30.5	30.0	30.0	29.7	

TABLEAU II.

Électrolyte: nitrate de calcium. Intensités de l'assimilation (mm² par heure) en fonction du temps.

No.	densité du courant m.A/cm ²	temps — minutes													
		sans courant					avec courant					sans courant			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	0.2	35.5	36.7	37.1	37.9	37.1	37.2	36.9	36.4	36.2	35.6	34.7	34.6	35.1	34.8
2	"	23.2	26.7	25.9	25.7	25.1	25.3	23.7	23.7	22.7	22.0	21.2	20.4	19.0	18.2
3	"	30.6	33.0	32.4	32.8	34.3	33.7	33.7	33.7	33.8	33.7	33.7	32.8	32.6	32.5
4	"	33.7	33.7	32.8	32.6	32.5	32.1	31.2	30.4	29.7	29.4	29.0	28.3	28.2	28.0
5	0.4	24.2	25.6	25.7	25.6	24.6	23.8	24.4	24.4	23.5	23.8	23.4	22.5	22.4	22.3
6	"	54.3	57.6	(57.7)	57.7	57.6	56.9	55.8	54.7	54.5	53.2	50.9	49.7	48.9	47.3
7	"	35.3	34.9	33.3	33.6	32.8	32.7	32.0	31.3	29.5	28.6	27.2	25.7	24.6	23.8
8	"	34.2	34.6	35.0	35.3	35.6	(35.9)	36.2	35.9	35.4	35.5	35.3	35.1	33.8	34.6
9	0.6	27.1	30.2	30.9	30.7	30.8	30.7	30.1	29.2	(29.0)	28.9	28.4	28.1	27.8	27.2
10	"	29.8	34.2	34.0	34.0	32.9	33.7	32.9	32.4	32.5	32.4	31.6	31.5	31.5	31.3
total	—	327.9	347.2	344.8	345.9	343.3	342.0	336.9	332.1	326.8	323.1	315.4	308.7	303.9	300.0
moy.	—	32.8	34.7	34.5	34.6	34.3	34.2	33.7	33.2	32.7	32.3	31.5	30.9	30.4	30.0

les chiffres entre parenthèses sont interpolés ou incertains.

une ligne droite. L'approximation est en général satisfaisante et les écarts insignifiants, de sorte que pour les moyennes on obtient une série de points situés très exactement sur une droite¹⁾.

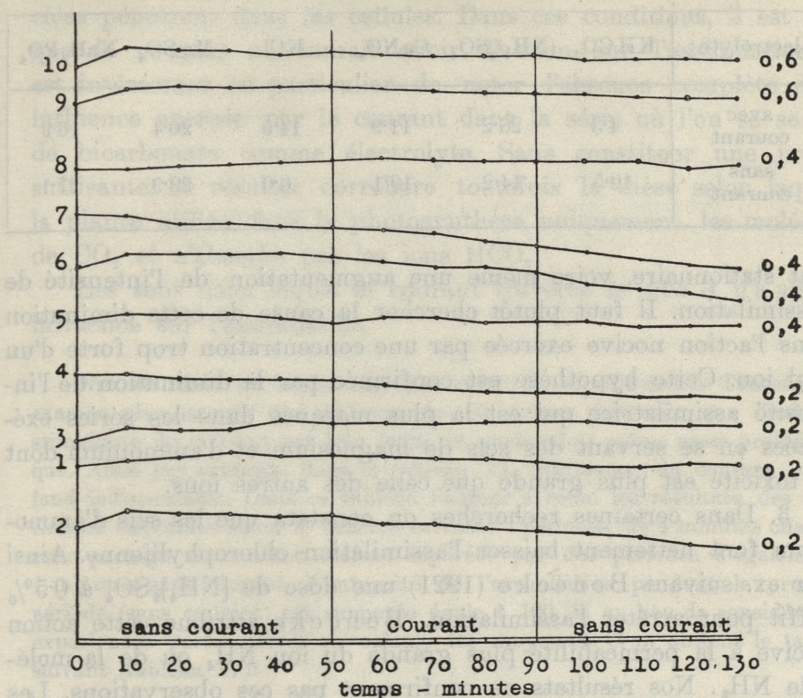


Diagramme II Electrolyte: nitrate de calcium, Intensités de l'assimilation (mm³ par heure) en fonction du temps. Les nombres à droite indiquent la densité du courant en mA par cm², les nombres à gauche le numéro de l'expérience.

2. Dans presque toutes les séries nous observons une baisse plus ou moins prononcée de l'intensité de l'assimilation, à mesure que l'expérience se prolonge (tableau III).

Nous ne croyons pas possible d'attribuer la cause de ce phénomène à une diminution appréciable de la teneur de l'eau en dioxyde de carbone, car dans certaines expériences on observe un

¹⁾ Une représentation des résultats dans un seul système d'axes de coordonnées est à peu près impossible à cause des valeurs très rapprochées des moyennes. Dans le diagramme I l'origine des axes est pour chaque série déplacée vers le haut d'une certaine longueur par rapport à la série précédente. On peut en dire autant du diagramme II.

TABLEAU III.

Diminution de l'intensité de l'assimilation en % pendant 100 minutes.

électrolyte:	KHCO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	CaNO_3	KCl	MgSO_4	NaH_2PO_4
avec courant	4.3	26.2	11.9	14.5	20.4	16.9
sans courant	10.5	14.2	19.1	0.0	29.9	11.1

état stationnaire, voire même une augmentation de l'intensité de l'assimilation. Il faut plutôt chercher la cause de cette diminution dans l'action nocive exercée par une concentration trop forte d'un seul ion. Cette hypothèse est confirmée par la diminution de l'intensité assimilatrice qui est la plus marquée dans les séries exécutées en se servant des sels de magnésium et d'ammonium dont la toxicité est plus grande que celle des autres ions.

3. Dans certaines recherches on constata que les sels d'ammonium font nettement baisser l'assimilation chlorophyllienne. Ainsi par ex. suivant *Benecke* (1921) une dose de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ à 0.5% suffit pour arrêter l'assimilation. *Benecke* attribue cette action nocive à la perméabilité plus grande du ion NH_4 ou de la molécule NH_3 . Nos résultats ne confirment pas ces observations. Les dimensions des plantes et les conditions des expériences dans la série étudiée étaient les mêmes que dans les autres séries; malgré cela l'intensité d'assimilation, comparée à celle des autres séries, est à peu près la même.

4. Nos résultats confirment les résultats de *Marx*. Les courants électriques dont nous avons étudiés l'intensité (0.2—0.8 mA/cm²) n'exercent pas d'action sensible sur l'assimilation chlorophyllienne. Dans les diagrammes, le segment correspondant à une période de l'expérience, est le prolongement du segment représentant la période précédente ou la suivante. En comparant les expériences avec courant et les expériences de contrôle, on constate que dans les diagrammes les droites suivent la même direction.

Les résultats négatifs s'expliquent aisément: le courant électrique est sans action sur l'assimilation de la plante pour la raison très simple qu'il ne passe pas par elle. La migration des ions

a lieu dans l'eau et non pas dans les cellules de la plante. Ce résultat est d'accord avec les idées récentes sur la perméabilité du protoplasma, suivant lesquelles seules les molécules non dissociées pénètrent dans les cellules. Dans ces conditions, il est clair que le courant ne saurait avoir d'action sur l'assimilation. Il est intéressant en particulier de noter l'absence complète d'une influence exercée par le courant dans la série où l'on se servait de bicarbonate comme électrolyte. Sans constituer une preuve suffisante, ce résultat corrobore toutefois la thèse selon laquelle la plante utilise dans la photosynthèse uniquement les molécules de CO_2 et n'absorbe pas les ions HCO_3 .

Les sens dans lequel le courant traverse le tube A n'a aucune influence sur l'assimilation.

Nos résultats ne confirment pas ceux de Kolton'ski. Toutefois, un examen plus attentif des tableaux de cet auteur fait voir que l'influence stimulante du courant est très faible et quelquefois même assez problématique. Ainsi par exemple, dans le tableau VI, l'influence du courant est au fond indiscernable. Dans ce tableau l'auteur a réuni les résultats des expériences exécutées selon le schème suivant: 5 périodes (de 4 minutes chacune) avec passage du courant étaient séparées par des périodes d'également 4 minutes sans courant. L'intensité de l'assimilation pendant la première période (sans courant) est supposée égale à 100. Si au lieu de considérer les expériences particulières, on calcule les moyennes¹⁾ on obtient le tableau suivant (tableau IV):

TABLEAU IV.

Moyennes des intensités de l'assimilation d'après les résultats de Kolton'ski (tableau VI). *E*: passage du courant.

	<i>E</i>		<i>E</i>		<i>E</i>		<i>E</i>		<i>E</i>	
100	99	104	107	110	110	111	112	114	111	111

S'appuyant sur le fait, que l'intensité de l'assimilation est plus grande dans la dernière colonne, comparée à la première, Kolton'ski conclut que le courant exerce une action stimulante. A notre avis ce tableau prouve seulement que l'intensité de l'assimilation n'est pas constante, mais qu'elle a une tendance à augmenter. L'action du courant devrait se manifester par une série de valeurs alternativement plus grandes et plus petites, mais non par une suite de valeurs croissantes.

¹⁾ C'est nous qui avons calculé les moyennes.

Dans les tableaux suivants (VII—XIV), on trouve les résultats des expériences de Koltoński s'étendant à un espace de temps relativement long (plusieurs heures). Si l'on se donne la peine de calculer les moyennes se rapportant à la première demi-heure, on observe que l'action stimulante du courant est très faible, voire même nulle. Par contre l'influence du courant après 2, 4, 6... heures se manifeste par une baisse très prononcée. Il ressort de ces remarques que l'action stimulante observée par Koltoński est plus problématique qu'on le croirait au premier abord.

5. La série exécutée avec du sulfate d'ammonium comme électrolyte constitue une exception. Le courant exerce, semble-t-il une influence qui se manifeste par un ralentissement de la diminution de l'intensité assimilatrice. Cet effet est très faible, mais très net. Les données correspondant à chacune des trois périodes étant très exactement situées sur des lignes droites, nous avons, calculées leurs équations (V = volume, mm^3 par heure, t = temps, minutes):

- | | | |
|-----|---------------|-----------------------|
| (1) | 1-ère période | $V = -0.140t + 37.98$ |
| (2) | 2-ème „ | $V = -0.041t + 32.55$ |
| (3) | 3-ème „ | $V = -0.087t + 36.13$ |

Les coefficients angulaires et les termes constants diffèrent assez considérablement entre eux. On trouve la plus petite valeur du coefficient angulaire dans l'équation (2) qui correspond à la période avec passage du courant.

L'équation (1) permet en outre de *calculer* les valeurs de l'intensité de l'assimilation pour la période suivante et de les comparer avec les valeurs observées (tableau V). De même dans le tableau VI, nous avons réunis les valeurs *calculées* (de l'équation (2)) pour la dernière période et les valeurs établies au cours des expériences.

Les différences entre les valeurs observées et les valeurs calculées sont nulles ou à peu près pour les périodes qui servent de base aux calculs des ajustements. C'est là une preuve de l'exactitude avec laquelle les valeurs observées sont situées sur des droites. Par contre, les différences en question ont une certaine valeur déterminée qui augmente quand on passe à la période suivante. Elles sont positives dans le tableau V et négatives dans le tableau VI. Le courant agit par conséquent d'une manière positive en ralentissant la décroissance de l'intensité de l'assimilation.

TABLEAU V et VI.

L'influence de l'assimilation V (mm³. par heure) observée et calculée.

V. — Période 1 et 2.

VI. — Période 2 et 3.

1	2	3	4	1	2	3	4
temps	intens.	assimil.	différ.	temps	intens.	assimil.	différ.
minutes	observ.	calcul.	2—3	minutes	observ.	calcul.	2—3
10	36.7	36.6	+0.1		—	—	—
20	35.1	35.2	-0.1	60	30.1	30.1	0.0
30	33.6	33.8	-0.2	70	29.7	29.7	0.0
40	32.5	32.4	+0.1	80	29.2	29.3	-0.1
50	31.0	31.0	0.0	90	28.9	28.9	0.0
60	30.1	29.6	+0.5	100	27.4	28.5	-1.1
70	29.7	28.2	+1.5	110	26.5	28.0	-1.5
80	29.2	26.8	+2.4	120	25.9	27.6	-1.7
90	28.9	25.4	+3.4	130	24.7	27.2	-2.5

Le sens du courant ne paraît pas avoir d'influence sur le phénomène étudié (tableau VII).

TABLEAU VII.

Diminution exprimée en % de l'intensité de l'assimilation en fonction du sens du courant pendant 40 minutes.

A — le sens du courant coïncide avec la direction de la base au sommet de la tige.

B — sens du courant inverse.

sens du courant	1. période	2. période avec courant	3. période
A	15.0	8.1	14.2
B	15.8	9.5	10.9

Le nombre restreint des expériences (20) et le faible effet observé, ne nous permettent pas d'étudier dans les détails l'influence de l'intensité du courant. Les données du tableau VIII ne nous renseignent pas exactement sur cette question.

TABLEAU VIII.

Diminution exprimée en % de l'intensité de l'assimilation pendant 40 minutes en fonction de la densité du courant.

densité mA/cm ²	nombre d. expér.	1. période	2. période avec courant	3. période
0.2	6	17.1	9.8	14.2
0.4	5	14.0	10.0	14.0
0.6	5	19.7	6.0	15.0
0.8	4	10.1	9.5	6.3

Quant à l'explication de l'effet observé, on ferait mieux, croyons-nous, de la chercher dans la perméabilité plus grande du protoplasma pour le ion NH_4 . Il faudrait donc admettre qu'en faisant circuler les ions, le courant constitue un obstacle à leur pénétration dans les cellules.

Résumé.

1. Les recherches entreprises pour connaître l'action des courants électriques continus de faible intensité (0.2—0.8 mA/cm²) sur l'assimilation chlorophyllienne furent exécutées sur des tiges d'*Elodea canadensis* dans une température de 20° C.

2. La mesure de l'intensité de l'assimilation s'appuyait sur le volume de gaz dégagé sous forme de bulles par la plante dans une unité de temps (mm³. par heure). Les volumes étaient dosés dans des micro-eudiomètres d'une construction spéciale que nous avons décrits dans un chapitre à part.

3. Les plantes étaient immergées dans des solutions à 0.5% des sels suivants: bicarbonate de potassium, sulfate d'ammonium, nitrate de calcium, chlorure de potassium, sulfate de magnésium, phosphate de sodium. Les expériences, au nombre de 120, comprenaient trois périodes: la première (50 minutes) et la troisième (30 ou 40 minutes) sans courant, la seconde (40 minutes) avec passage du courant.

4. L'intensité de l'assimilation observée pendant deux heures n'est pas constante, mais décroît très régulièrement. Dans tous les cas observés, $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$ excepté, le courant n'exerçait aucune action sur l'assimilation.

5. Une action positive très faible qui se manifeste par un ralentissement dans la diminution de l'intensité de l'assimilation fut observée dans les expériences exécutées avec une solution de sulfate d'ammonium.

Je profite de cette occasion pour exprimer mes chaleureux remerciements à M. le prof. K. Rouppert pour les encouragements et les précieux conseils qu'il ne m'a jamais ménagés.

Laboratorium Botanicum Janczewskianum U. J. — Cracovie.

Bibliographie.

1. Thouvenin M. Revue générale de Botan. t. 8. 1896. — 2. Pollacci G. Atti Instit. Botan. Univ. Pavia, N. S. 13. 1907. — 3. Koltonski A. Beihefte z. Botan. Zentralbl. Bd. 23, Abt. I. 1908. — 4. Kniep H. Jahrbücher wiss. Botanik, Bd. 56. 1915. — 5. Benecke W. Zeitschr. f. Botanik Bd. 13. 1921. — 6. Marx D. Annals of Botany vol. 53. 1929. — 7. Górski F. Bull. Acad. Polonaise Sc. et L. Cl. Sc. nat. Série B, I. 1930.

Badania nad glebami zespołów mieszanych Czerwonych Wierchów i Bielskich Tatr. — Untersuchung über die Böden der Mischassoziationen im Gebiete der Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry (Tatragebirge).

Mémoire

de MM. **J. WŁODEK**, **K. STRZEMIĘŃSKI** et **E. RALSKI**,

présenté dans la séance du 13 Avril 1931 par M. Wł. Szafer m. t.

Zur Einführung.

1. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Pflanzengesellschaften und dem Chemismus des Bodens haben zur Genüge den starken Parallelismus bewiesen, der zwischen der Azidität des Bodens und den Pflanzen, die ihn bewohnen, herrscht. Diese Befunde scheinen eine allgemeine Gültigkeit zu haben. Die Arbeiten von Braun-Blanquet und Jenny (1926), Włodek u. Strzemięński (1925), um nur diese Untersuchungen anzugeben, haben gezeigt, daß sowohl in den Alpen wie auch in der Tatra die Reaktion des Bodens einen mächtigen Einfluß auf die Art der natürlichen Pflanzendecke des Bodens ausübt.

Als gute, für die Tatra representative Pflanzengesellschaften, kann man für Kalkböden das *Versicoloretum Tatricum*, für Granitböden das *Trifidi-Distichetum* ansehen. Es war demnach eine Überraschung, als Pawłowski u. Stecki (1927) eine Mischassoziation aus dem Kalkgebirge der Tatra, nämlich aus dem Hauptmassiv der Czerwone Wierchy und den Bielskie Tatry (Bielaer Kalkalpen) beschrieben. Das Kalkgestein dieser Gebirgshöhe gehört der Lias-Jura Formation an. Die Botani-

ker benannten die Mischassoziation *Disticho-Versicoloretum* ¹⁾, da sie ebenso gut Elemente des azidiphilen *Disticho-Trifidetum* wie des basiphilen *Versicoloretum* zeitigte. In dieser Arbeit versuchen wir auf Grund von Bodenuntersuchungen, die durch die Phytosociologen aufgeworfene Frage bezüglich dieser Mischgesellschaft, zu lösen.

2. Die Entnahme von Bodenproben zu unserer Untersuchung geschah auf diese Weise, daß wir nicht aufs geratewohl Bodenproben aus der untersuchten Pflanzengesellschaft, sondern Boden aus dem Bereiche von Wurzeln vieler einzelner Pflanzen entnahmen. Wir glaubten auf diese Weise die Möglichkeit zu haben, nicht nur den Boden der Pflanzengesellschaft kennen zu lernen, sondern auch falls einzelne Pflanzengattungen Orte von speziellem Boden bevorzugten oder formten, diese Tatsache feststellen zu können. Wir sammelten auch oberirdische Teile dieser Pflanzen, deren Boden wir untersuchen wollten. Die Pflanzensubstanz sollte nämlich auch chemisch untersucht werden, um eventuell aus der Zusammensetzung der Pflanzenasche Auskunft über die Bodeneigenschaften zu geben.

Als Hauptpflanzen, deren Boden- und Pflanzensubstanz wir untersuchen wollten, nahmen wir aus dem *Versicoloretum Tatricum* *Festuca versicolor* und *Sesleria Bielzii*, aus dem *Trifidi-Distichetum* *Juncus trifidus* und *Sesleria disticha*; aus der Mischassoziation den Boden und die Pflanzensubstanz aller vier oben genannten Pflanzengattungen. So gingen wir in dem Massiv der Czerwone Wierchy vor. In den Bielskie Tatry (Bielaer Kalkalpen) nahmen wir nur *Festuca versicolor* aus dem *Versicoloretum*, *Festuca versicolor* und *Juncus trifidus* aus dem *Disticho-Versicoloretum*, weiter *Juncus trifidus* aus dem *Trifidi-Distichetum* der Hohen Tatra. Auf diese Weise erhielten wir zwölf Pflanzen- und Bodenproben von den Czerwone Wierchy, Bielskie Tatry und der Hohen Tatra. In der ersten Tabelle geben wir an, aus welchem Gebirgsmassiv, Ort, betreffender Pflanzengesellschaft, und unter welcher Pflanze hervor die Proben entnommen wurden. Dasselbe bezieht sich auf die untersuchte Pflanzenmasse. In den weiteren Tabellen geben wir nur die Pflanzengesellschaft und Pflanzen-

¹⁾ Wir benutzen die Bemerkung »*Versicoloretum*« statt »*Varietum*«, *Festuca versicolor* wurde bei uns irrtümlich *Festuca varia* benannt.

gattung genau an. Das Gebirgsmassiv wird folgendermaßen angegeben: C. W. steht für Czerwone Wierchy, B. K. für Bielaer Kalkalpen, H. T. für Hohe Tatra.

Die Boden- und Pflanzenproben wurden im Gebiete der Czerwone Wierchy am 21. Juli, die aus den Bielaer Kalkalpen und der Hohen Tatra am 28. Juli 1927 gesammelt.

3. Die Reaktion und der Sättigungszustand der Böden.

In Tabelle Nr. I werden die Werte der einzelnen Ph-Bestimmungen und deren Mittelwert angegeben. Die Bestimmung der Reaktion des Bodens wurde in frischen Bodenproben mittels der Chinhydronelektrode ausgeführt, bei einem Verhältnis von Boden zu Wasser wie 1 zu 2,5. Der Sättigungszustand wurde nach Gehring bestimmt. Wie bekannt, wird bei dieser Methode das absorbierte Kalzium mittels NaCl verdrängt. Die in einer normalen NaCl-Lösung löslichen Kalziumverbindungen werden auch bestimmt, und von der im Prozeß der Kalziumverdrängung erhaltenen Kalziummenge abgezogen. Das GesamtabSORPTIONSVERMÖGEN wird mittels einer $\text{Ca}/\text{OH}/_2$ Lösung bestimmt. Das Verhältnis zwischen den tatsächlich absorbierten Kalzium und der Kalziummenge, die maximal absorbiert werden kann, gibt den Sättigungszustand oder annähernd den Sättigungsgrad des Absorptionssystems des untersuchten Bodens.

Wenn wir die Werte der Ph-Bestimmungen betrachten, so sehen wir, daß sich die Azidität des Bodens des *Disticho-Versicoloretum* wenig von der des *Versicoloretum Tatricum* unterscheidet. Viel saurer dagegen ist der Boden des *Trifidi-Distichetum*. Wir müssen auch bemerken, daß die Ph-Werte des *Disticho-Versicoloretum* und des *Versicoloretum* größeren Schwankungen unterworfen sind als die des *Trifidi-Distichetum*.

Was die Azidität der Böden einzelner Pflanzengattungen anbetrifft, so kann man in unserer Tabelle folgendes beobachten: *Festuca versicolor* ist eine Pflanze, die auf stark saurem, sogar alkalischem Boden vorkommen kann. *Sesleria Bielzii* scheint etwas weniger sauren Boden als *Festuca versicolor* zu bevorzugen. Im *Versicoloretum Tatricum* kommen ebenso saure Böden vor wie im *Disticho-Versicoloretum*; der Ph-Mittelwert des Bodens im *Disticho-Versicoloretum* ist jedoch kleiner als im *Versicoloretum Ta-*

Ph-Einzelbestimmungen	470	6:30	4:92	5:84	7:34	5:45	6:95	6:56	5:70	4:52	4:58	4:32
	4:52	6:16	4:88	5:68	7:42	5:33	7:02	6:82	7:08	4:36	4:66	4:50
	4:32	5:90	4:40	5:42	7:76	5:83	5:34	5:68	6:92	4:10	4:56	4:70
	4:40	6:18	4:60	6:30	5:40	5:48	5:26	5:74	7:00	4:68	4:24	4:38
	4:52	5:16	4:58	5:40	5:40	5:40	5:14	5:56	6:94		4:32	5:12
Ph-Mittelwert	4:85	5:99	5:00	5:16	6:20	5:38	5:34	6:11	6:53	4:34	4:44	4:50
Gehalt an adsorbiertem CaO in mg pro 100 gr Boden nach Gehring	105.9	214.3	92.0	411.2 ¹⁾	270.2	219.7	1285.4	1435.4	1494.4	31.2	54.4	38.2
Gesamtabsorptionsvermögen in 100 gr Boden in mg CaO nach Gehring	560.3	594.3	508.3	679.6	643.1	718.9	1393.1	1659.0	1773.6	453.2	670.5	546.5
Zur Neutralisation von 100 gr Boden nötige mg CaO nach Gehring	509.5	380.0	416.3	208.4	372.9	499.2	103.7	223.6	279.2	422.0	616.1	508.3
Absorbiertes CaO in % des Gesamtabsorptionsvermögens an CaO nach Gehring	18.9	36.1	18.1	60.5	34.2	37.6	92.3	86.5	84.2	6.9	8.1	7.0
Gehalt der trockenen Pflanzensubstanz an CaO in %	0.24	0.42	0.26	0.32	0.40	0.44	0.46	0.59	0.57	0.20	0.21	0.28

¹⁾ Siehe Fußnote S. 110.

tricum. *Juncus trifidus* u. *Sesleria disticha* kommen auf stark sauren Böden vor. Der Boden des *Juncus trifidus* im *Disticho-Versicoloretum* ist weniger sauer als im *Trifidi-Distichetum*. Die Reaktion des Bodens der untersuchten Pflanzengesellschaften gibt uns, wie wir sehen, keinen Aufschluß darüber, welche Bodeneigenschaften das Zustandekommen von Mischassoziationen ermöglichen.

Wenn wir den Sättigungsgrad der Böden betrachten, so kommen wir zu folgenden Schlüssen: Den höchsten Grad der Sättigung und das höchste Absorptionsvermögen besitzen die Böden des *Versicoloretum Tatricum*. Diese Böden haben über 1% Gehalt an absorbiertem CaO¹⁾. Ihr Sättigungsgrad ist hoch und beträgt über 80% des Absorptionsvermögens. Die Böden des *Trifidi-Distichetum* haben einen Sättigungsgrad unter 10% des Absorptionsvermögens. Das Absorptionsvermögen beträgt ungefähr ein Drittel des Absorptionsvermögens des Bodens des *Versicoloretum Tatricum*. Die absorbierten CaO-Mengen überschreiten nicht 60 mg pro 100 gr Boden. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* nimmt eine Mittelstellung ein. Sein Absorptionsvermögen ist ungefähr von derselben Größe wie das des *Trifidi-Distichetum*. Sein Sättigungsgrad ist höher als der Sättigungsgrad des *Trifidi-Distichetum*, er beträgt 19 bis 60% des Absorptionsvermögens, er ist jedoch viel kleiner als der Sättigungsgrad des *Versicoloretum*. Die Menge des absorbierten CaO im Boden des *Disticho-Versicoloretum* schwankt zwischen ca 100 und ca 400 mg pro 100 gr Boden. Diese drei besprochenen Böden kann man, was den Sättigungsgrad und die Reaktion betrifft, auch folgendermaßen charakterisieren: Das *Versicoloretum Tatricum* hat einen kalkreichen Boden mit hohem Absorptionsvermögen, das fast völlig gesättigt ist. Seine Reaktion schwankt zwischen stark sauer bis schwach alkalisch. Das *Trifidi-Distichetum* hat einen kalkarmen, stark ungesättigten Boden mit mittlerem Absorptionvermögen. Seine Reaktion ist stark sauer. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* ist stark sauer bis schwach alkalisch, ungesättigt bis schwach ungesättigt, mit mittlerem Absorptionvermögen und kleinem bis mittlerem Kalkgehalt.

Vom Sättigungszustand der Böden einzelner Pflanzengattungen kann man nicht viel sagen. Man sieht aus unseren Zahlen,

1) Auf die gesamte trock. Subst. d. Bodens bezogen.

daß die Böden, die wir von der Rhizosphäre einzelner Pflanzengattungen von verschiedenen Pflanzengesellschaften gesammelt haben, größere Unterschiede aufweisen als Böden verschiedener Pflanzengattungen derselben Pflanzengesellschaft.

Was den Kalkgehalt der Pflanzensubstanz betrifft, so können wir sagen, daß der Kalkgehalt der Pflanzenasche in großen Zügen dem Gehalte des Bodens an absorbiertem CaO folgt. Den niedrigsten Kalkgehalt haben die Pflanzen des Granitbodens des *Trifidi-Distichetum*, den höchsten die Pflanzen des Kalkbodens des *Versicoloretum*. Die Pflanzen der Mischassoziation haben einen höheren CaO-Gehalt als die des *Trifidi-Distichetum*, dagegen einen niedrigeren als die Pflanzen des *Versicoloretum*.

4. Wenn man das über die Reaktion, den Kalkgehalt und Sättigungszustand der untersuchten Böden Gesagte zusammenfaßt, kann man sich folgende Vorstellung machen über die Bodenverhältnisse, welche das Zustandekommen einer Mischassoziation, die von basiphilen (calzicolen?) und acidiphilen (calzifugen?) Elementen zusammengesetzt ist, ermöglichen.

Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* nimmt eine Mittelstellung ein. Er ergibt eine Rhizosphäre, in der sowohl die Elemente des *Trifidi-Distichetum* wie die des *Versicoloretum* ihr Leben fristen können. Auf dem Szalony Wierch der Bielskie Tatry entstand dieser Boden aus der Verwitterung eines, dem Tonschiefer ähnlichen Gesteines auf den Czerwone Wierchy aus der Verwitterung eines Sandsteines. Beide Böden gaben, obwohl verschiedenen Ursprungs, ein ähnliches Pflanzensubstrat. Das Muttergestein des Bodens aus dem Szalony Wierch der Bielskie Tatry wird als Mergelschiefer, welcher den Grestener Schichten des Unterlias angehört, angesehen. Der Sandstein aus den Czerwone Wierchy stammt aus dem Untertrias.

Das Untersuchen der Mischassoziationen erweitert unsere Kenntnisse, bezüglich des Verhaltens der Pflanzengesellschaften gegen Bodenreaktion und Kalkzustand. Die Begriffe basiphil und calzicol sind zu trennen. Wir können nämlich an Hand dieser Verhältnisse annehmen, daß die *Festuca versicolor* und wahrscheinlich auch manche anderen Glieder der nach ihr genannten Assoziation, wenn auch wahrscheinlich in verschiedenem Maße, Pflanzen sind, die ebenso gut auf einem sauren, wie neutralen Boden gedeihen können. Sie müssen aber genügende Kalkmen-

gen haben. Sie sind also, was die Reaktion anbelangt, als Ubi-
quisten zu betrachten, dabei aber obligatorisch calzicol. Etwas
anders verhält sich *Sesleria Bielzii*, sie scheint, was die Reaktion
des Bodens anbelangt, höhere Ansprüche zu stellen. Man kann
auch sagen, daß *Festuca versicolor* und *Sesleria Bielzii* Pflanzen
sind, die eine saure Reaktion nur dann ertragen, wenn Calcium-
jonen in genügender Menge im Boden vorhanden sind.

Juncus trifidus und *Sesleria disticha* scheinen Pflanzen zu
sein, die stark sauren, kalkarmen Boden bevorzugen, doch auf
einem sauren, an Kalk etwas reicheren Boden noch fortkommen
können. Sie sind also obligatorisch azidiphil, mit einer gewissen
Toleranz für höheren Kalkgehalt als den, den man sonst in den
Granitböden findet. Charakteristisch ist aber das schlechte Ge-
deihen des *Juncus trifidus* auf kalkreichen Böden. Man sieht es,
wenn man zum Beispiel die üppigen *Juncus trifidus*-Pflanzen,
die auf Granitböden der Jagnięcy Wierch gedeihen, mit denen,
die auf Szalony Wierch wachsen, vergleicht, oder aber die *Jun-
cus*-Pflanzen auf den Czerwone Wierchy beobachtet, wie sie ein
kümmerliches Dasein fristen.

Den Boden der Mischassoziationen könnte man auch folgen-
dermaßen charakterisieren: Es ist ein Boden, dessen Kalkgehalt
nahe der unteren Grenze ist, die noch ein Fortkommen der
Festuca versicolor und *Sesleria Bielzii* gewährleistet und nahe
der oberen Grenze des Ph-Wertes und Kalkgehaltes, der noch
ein Gedeihen des *Juncus trifidus*¹⁾ und *Sesleria disticha* erlaubt.

5. Der Stickstoff und Humusgehalt der Böden.

Der Gesamtstickstoff der Böden und der Pflanzensub-
stanz wurde in der üblichen Weise nach Kjeldahl-Förster resp.
nach Kjeldahl bestimmt. In der Tabelle Nr. II geben wir die
Resultate der Bestimmung der Humussubstanz nach zwei Metho-
den an. Die unter »a« angegebenen Humusmengen erhielten wir
aus dem Glühverlust, die unter »b« angeführten, wurden durch
Oxydieren mittels Kaliumpermanganat in saurer Lösung bestimmt.
Zur Bestimmung nach Knop blieb uns leider Substanz von nur

¹⁾ Die *Juncus trifidus* Pflanzen u. Bodenproben wurden auf Stellen
gesammelt, die einen höheren Kalkgehalt vermuten ließen. Wir wollten auf
diese Weise die obere Grenze der Kalktoleranz für *Juncus trifidus* finden.

TABELLE II.

Pflanzengesellschaft	Disticho-Versicoloratum						Versicoloratum tatricum			Trifidi-Distichetum			
	C. W.		B. K.		C. W.		C. W.	B. K.		C. W.	C. W.		H. T.
Gebirgsgruppe													
Pflanze, deren Boden untersucht wurde													
Laufende Nr.													
Gehalt des Bodens an Humus in %													
a.	17·6		14·1		18·5		7·9	12·5		(33·4) ¹⁾	27·4		21·1
b.	13·6		11·6		11·6		4·9	8·0		18·7	20·2		15·0
Gehalt des Bodens an Gesamtstickstoff in %	0·65		0·55		0·66		0·23	0·40		1·29	1·67		0·61
a.	3·7		3·9		3·6		2·9	3·2		(3·8)	2·8		2·9
b.	4·0		4·7		5·7		4·7	5·0		6·9	3·3		4·1
Gehalt der Pflanzensubstanz an Stickstoff in %	2·48		2·12		2·69		2·05	2·25		1·96	2·53		2·27
Gesamtabsorptionsvermögen in gr CaO pro 100 gr der Humussubstanz (Glühverlust)	3·23		3·00		3·67		8·14	5·75		(4·17)	1·87		2·59

Humusbestimmung aus dem a) = Glühverlust

b) = nach Istscherkow-Rolow

¹⁾ aus dem Stickstoffgehalt berechnet!

fünf Böden. Wir erhielten für diese Böden folgende Humusmengen nach Knop und nach den zwei oben angegebenen Methoden, die wir zwecks Vergleichs noch einmal hier anführen.

Pflanzengesellschaft	Boden Nr.	Humusgehalt			Kohlenstoffgehalt in % nach Knop
		in % Glühverlust	nach Knop	durch Oxyd. mit Kaliumpermang.	
<i>Dist. Vers.</i>	19	17.6	9.9	16.3	5.7
»	17	13.9	10.5	13.6	6.0
»	20	14.1	9.4	11.6	5.2
»	12	12.5	5.6	8.0	3.2
<i>Versicoloretum Tatr.</i>	28	40.2	16.2	30.3	9.4

Wie wir sehen, geben alle diese drei Methoden sehr stark voneinander abweichende Resultate. Die höchsten Resultate gibt die Bestimmung der Humussubstanz nach dem Glühverlust. Es ist bekannt, daß man bei dieser Methode als Humussubstanz auch Hydrat-Wasser mitbestimmt. Dieser Fehler kann sehr groß sein bei Böden, die an Ton reich sind. Bei Sandböden ergibt diese Methode kleinere Fehler. Dasselbe muß angenommen werden für unsere Gebirgsböden, die arm an Ton sind. Als Ausnahme müssen wir die Böden Nr. 11 und 12 ansehen, die aus einem Tonschiefer entstanden sind. Die Methode des Oxydierens der organischen Substanz des Bodens mittels Kaliumpermanganat nach Istscherekow-Rołow wurde durch Mieczynski (1923) überprüft und gab Resultate, die mit der Elementaranalyse schön übereinstimmten. Für unsere Böden ist diese Methode, wie wir aus dem Vergleich mit der des Glühverlustes sehen, nicht ungeeignet. Wenn wir weiter die Resultate des naßen Verbrennens der Humussubstanz mittels Schwefelsäure und Kaliumbichromat und Durchleiten der Verbrennungsgase über Kupferoxyd und Bleichromat, mit den durch Glühen erhaltenen vergleichen, so sehen wir, daß die Unterschiede so groß sind, daß anzunehmen ist, daß der gewöhnlich angenommene Faktor (0.471), mit dem wir die erhaltenen CO₂-Mengen umrechneten, für diese Böden nicht anwendbar ist. Wir glauben, daß nach der verbesserten Methode nach Knop der Kohlenstoffgehalt des Bodens gut, schwerlich

aber der Humusgehalt des Bodens zu ermitteln ist. Dies kann man, glauben wir, in unseren Böden eher nach dem Glühverlust bestimmen. So werden wir auch in den weiteren Besprechungen die Bestimmungen für den Humusgehalt nach dem Glühverlust benutzen.

Den höchsten Humusgehalt haben die Böden des *Versicoloretum Tatricum*. Humussubstanz beträgt in diesen Böden 35% des Gesamtbodens. Die Böden des *Trifidi-Distichetum* sind ärmer an Humus als die Böden des *Versicoloretum*. Die Böden des *Disticho-Versicoloretum* zeigen die kleinsten Werte an Humussubstanz im Boden. Im Allgemeinen kann man sagen, daß der Humusgehalt des Bodens sich nicht nach der einzelnen Pflanzengattung richtet, wohl aber nach Pflanzengesellschaften. Unsere Zahlen zeigen das deutlich.

Was den Stickstoffgehalt des Bodens anbelangt, so sehen wir den höchsten Stickstoffgehalt im Boden des *Versicoloretum Tatricum*, wo der Stickstoffgehalt des Bodens bis 1.5% beträgt. Das *Disticho-Versicoloretum* und *Trifidi-Distichetum* haben einen kleineren Stickstoffgehalt, das *Trifidi-Distichetum* um 0.65%, das *Disticho-Versicoloretum* von 0.23 bis 0.65% N im Boden.

Wir finden wohl eine starke Abhängigkeit des Stickstoffgehaltes der Böden von der Pflanzengesellschaft, keine aber von der Pflanzengattung, deren Boden wir untersucht haben.

Wird der Stickstoffgehalt des Bodens in Prozenten des Humusgehaltes des Bodens (Glühverlust) ausgedrückt, so sehen wir, daß im *Versicoloretum Tatricum* und im *Disticho-Versicoloretum* der Stickstoffgehalt des Humus ca 3.7% ausmacht. Der Stickstoffgehalt des Humus ist im *Trifidi-Distichetum* kleiner, es beträgt circa 2.7%.

Vergleichen wir den Stickstoffgehalt des Humus mit dem Stickstoffgehalt der Pflanzen, so sehen wir, daß der gleiche Stickstoffgehalt der Pflanzen (der ca 2% beträgt) im *Versicoloretum Tatricum* und *Disticho-Versicoloretum* (ausgenommen das *Disticho-Versicoloretum* in den Bielskie Tatry), an Stickstoff reichere, im *Trifidi-Distichetum* dagegen eine an Stickstoff ärmere Humussubstanz ergibt. Diese Behauptung ist nur dann stickhaltig, wenn wir annehmen, daß bei gleichem Stickstoffgehalte der oberirdischen Teile der Pflanzen, auch der Stickstoffgehalt der unterirdischen Teile der Pflanzen der gleiche ist.

Da man wohl annehmen kann, daß das Absorptionsvermögen unserer stark humosen Gebirgsböden hauptsächlich der Humussubstanz zuzuschreiben ist, haben wir das gesammte Absorptionsvermögen auf den Humusgehalt der Böden umgerechnet. Wir erhalten auf diese Weise Werte, die beim *Versicoloretum* und *Disticho-Versicoloretum* nicht weit voneinander liegen. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* aus den Bielskie Tatry bildet eine Ausnahme, wohl aus diesem Grunde, weil diese Böden tonige Bestandteile haben.

Der Boden des *Trifidi-Distichetum* hat eine Humussubstanz, die auf diese Weise betrachtet, eine viel geringere Absorptionskraft besitzt als die Humussubstanzen der *Versicoloretum*- und der *Disticho-Versicoloretum*-Böden.

Zusammenfassend kann man über den Humus- und Stickstoffgehalt der untersuchten Böden folgendes sagen:

Das *Versicoloretum* hat einen an Humus und Stickstoff sehr reichen Boden. Seine Humussubstanz hat ca 3·7% Stickstoff und ein Absorptionsvermögen von ca 4·5% an CaO. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* hat einen schwankenden und viel kleineren Humusgehalt als der Boden des *Versicoloretum*. Der Stickstoffgehalt jedoch und das Absorptionsvermögen in Humusgehalt umgerechnet, zeigen ähnliche Werte wie die, denen wir beim *Versicoloretum* begegnen.

Der Boden des *Trifidi-Distichetum* ist an Humus reicher als der Boden des *Disticho-Versicoloretum*, ärmer aber als der des *Versicoloretum*. Der Stickstoffgehalt des Bodens nähert sich dem Werte des *Disticho-Versicoloretum*. Seine Humussubstanz ist arm an Stickstoff und hat ein geringeres Absorptionsvermögen. Was die Farbe der Böden anbelangt, so sei hier bemerkt, daß die frischen Böden des *Versicoloretum* braunschwarz, dagegen die Böden des *Disticho-Versicoloretum* und des *Trifidi-Distichetum* braun sind.

6. Der Gehalt der Böden und Pflanzen an Phosphorsäure, Kali und anderen Pflanzennährstoffen.

Den Gehalt des Bodens an Gesamtphosphorsäure haben wir nach Fischer (1912), den Gehalt an in 1% Zitronensäure löslicher Phosphorsäure haben wir nach Lemmermann (1917) ermittelt.

Der Gehalt der Böden an K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 und MgO wurde in Bodenauszügen bestimmt, die in 10% kochender Salzsäure gemacht wurden.

Wir finden gewisse Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an Gesamtphosphorsäure und den Pflanzengesellschaften. Aus unseren Zahlen kann man ersehen, daß der Kalkboden des *Versicoloretum Tatricum* höhere absolute Zahlen an Gesamt- und löslicher Phosphorsäure zeigt, als der Granitboden des *Trifidi-Distichetum*. Was das *Disticho-Versicoloretum* anbetrifft, so kann man sagen, daß sein Gehalt an Gesamtphosphorsäure ziemlich stark schwankt. Der höchste Gehalt dieses Bodens an Gesamtphosphorsäure erreicht jedoch nicht den Wert des höchsten Gehaltes an P_2O_5 des Bodens des *Versicoloretum*. Der niedrigste Gehalt des Bodens des *Disticho-Versicoloretum* ist dagegen höher als der niedrigste Gehalt an P_2O_5 des Bodens des *Trifidi-Distichetum*.

Was also den Gehalt an Gesamtphosphorsäure anbetrifft, nimmt der Boden des *Disticho-Versicoloretum* eine Mittelstelle zwischen den Böden des *Versicoloretum Tatricum* und denjenigen des *Trifidi-Distichetum* ein.

Der Gehalt der Böden bei allen drei untersuchten Pflanzengesellschaften an leicht löslicher Phosphorsäure (mit zwei Ausnahmen Nr. 17 und Nr. 24) schwankt zwischen 11 und 20 mg pro 100 gr Boden. Wir finden hier keine Beziehungen, weder zur Pflanzengesellschaft noch zur Pflanzengattung. Dasselbe gilt für den relativen Gehalt der Böden an leicht löslicher Phosphorsäure. Würde man diese Befunde in der Weise bewerten wie man das nach Lemmermann für den Ackerboden tut, so könnte man sagen, daß der relative Gehalt der untersuchten Böden an leicht löslicher Phosphorsäure gering ist. Für primitive Böden jedoch und für Pflanzengesellschaften, die von Menschen sehr wenig berührt werden, ist diese Betrachtungsweise nicht angebracht. Wie Ralski (1930) für die Alpen und Matten der Westbeskiden gezeigt hat, besteht eine gewisse Parallelität zwischen dem Gedeihen der Pflanzen und der Gesamtphosphorsäure des Bodens, keine aber mit der leicht löslichen Phosphorsäure.

Der Eisengehalt, den wir in den HCl-Auszügen der Böden bestimmt haben, zeigt große Schwankungen. Gewisse Regelmäßigkeiten kann man jedoch finden. Die Böden des *Versicoloretum*

und des *Trifidi-Distichetum* zeigen im Allgemeinen eine Tendenz zu niedrigen Eisengehaltzahlen. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* hat mit Ausnahme eines Falles einen höheren Eisengehalt als die oben erwähnten.

Die in der Tabelle zu findenden Zahlen über den Gehalt des Bodens und der Pflanzen an K_2O und über den Gehalt des Bodens an Na_2O und MgO erlauben keine Schlüsse zu ziehen über irgend welche Beziehungen dieser Werte zu den Pflanzengattungen oder Pflanzengesellschaften. Es ist nur hervorzuheben, daß der Boden des *Versicoloretum* an Na_2O sehr reich zu sein scheint.

Allgemeine Bemerkungen.

In der Arbeit von Włodek und Mościcki (1928) finden sich Bestimmungen über Stickstoff in den Böden vom *Versicoloretum Tatricum* und *Trifidi-Distichetum* der West-Tatra (der Chochołowska Dolina). Diese Zahlen sind im Allgemeinen vergleichbar mit den Zahlen, die in dieser Arbeit angegeben werden. So beträgt beim *Versicoloretum* am Südabhang des Bobrowiec der Stickstoffgehalt 1·89. Auf den Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry haben wir für Stickstoff ca 1·30% gefunden.

Das *Trifidi-Distichetum*¹⁾ auf dem Westabhang des Ornak hat einen Boden mit 0·26% Stickstoffgehalt. In den Böden des *Trifidi-Distichetum* auf den Czerwone Wierchy und der Hohen Tatra beträgt der Stickstoffgehalt ungefähr doppelt so viel.

Die Reaktion, die Włodek und Strzemiński (1925) für das *Versicoloretum Tatricum* der Chochołowska Dolina angeben, schwankt zwischen Ph 5·3 und 6·8, was mit den Befunden, die in dieser Arbeit (Ph 4·5 bis 7·1) für die Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry angeführt werden, gut vergleichbar ist. Dieselben Autoren geben für *Trifidi-Distichetum* derselben Gegend einen Ph-Wert des Bodens von 3·7 bis 4·0 an. Für die Czerwone Wierchy und die Hohe Tatra wurden höhere Werte gefunden, nämlich Ph 4·1 bis 5·1. Diese Werte stimmen aber gut überein mit dem Ph des Bodens des *Trifidi-Distichetum* (Ph 4·3 bis 5·1), die Włodek und Ralski (1928) für die Hohe Tatra allein gefunden haben.

¹⁾ In der Arbeit von Włodek und Mościcki wird *Trifidi-Distichetum Juncetum trifidi*, *Versicoloretum Tatricum Festucetum variae* genannt.

Für das *Disticho-Versicoloretum* haben wir keine Vergleichszahlen, da wir zum ersten Male den Boden einer Mischassoziation untersuchten.

Was die Entstehung einer solchen Pflanzengesellschaft anbetrifft, so äußern sich Pawłowski und Stecki (1927), die als Erste diese Pflanzengesellschaft beschreiben, folgendermaßen: sie verwerfen die Idee, daß diese Mischgesellschaften nur auf einem Mischboden entstünden — Urgesteinschutt mit Kalksteintrümmern, — weil erstens auf den Czerwone Wierchy azidiphile Pflanzen auch auf reinem »Kalksteinboden« sich befinden, zweitens, weil die genannten Autoren Mischgesellschaften in den Bielaer Kalkalpen (Bielskie Tatry) gefunden haben. Wie bekannt, hat dieses Kalkgebirge keine Granitkappe, die nur auf den Czerwone Wierchy vorkommt. Pawłowski und Stecki sehen in der fortschreitenden Auslaugung des Bodens und Humusanhäufung das Moment, welches die Entstehung einer Mischgesellschaft von Urgestein- und Kalkpflanzen ermöglicht. Wir sind insofern derselben Meinung als das Entstehen einer Mischassoziation nicht durch das Beimengen von Urgesteintrümmern zu einem Kalkboden bedingt ist. Außer dem Entstehen von Mischgesellschaften in den Bielskie Tatry, spricht noch diese Tatsache für unsere Meinung, daß der untersuchte Boden des *Versicoloretum* in den Czerwone Wierchy reich an Granittrümmern ist. Wir pflichten aber der Meinung von Pawłowski und Stecki in dieser Hinsicht nicht bei, weil wir in der Humusanhäufung allein nicht das Hauptmoment sehen, das das Entstehen eines Bodens für Mischgesellschaften ermöglicht. Es sind doch die Böden vom *Versicoloretum* bei Weitem die reichsten an Humus. Wir glauben die Ursache des Entstehens von Böden die *Versicoloreta*, *Disticho-Versicoloreta* und *Trifidi-Disticheta* tragen können, in der Basenmenge, die der »wachsenden« Humussubstanz zur Disposition steht, gefunden zu haben. Die Prädisposition eines Bodens zum Tragen gewisser Pflanzendecken liegt beim gleichen Klima in der Art seines Muttergesteines. Die Lage wird natürlich gewisse Bodeneigenschaften hervorrufen können. So sehen wir, daß die uns bekannten *Versicoloreta Tatrica* nur auf steilen Abhängen zu finden sind, dagegen die *Disticho-Versicoloreta* auf sanften Abhängen oder in flacher Lage vorkommen. Die auf Granit vor-

kommenden *Trifidi-Disticheta* können ebensogut in steilen wie in flachen Lagen gefunden werden.

Ein in steiler Lage sich befindender Boden mit Kalkfels als Muttergestein wird durch Wasser und abfallende Kalksteintrümmer immerwährend mit frischem Basenmaterial bereichert. Dies ist der Fall bei den *Versicoloreta Tatrica*. Der Boden ist reich an Humus, die Humusschichte ist dick. Der Boden ist aber an Basen gesättigt. Bei flacher Lage laugt der Regen und das Schneeschmelzwasser die Basen aus, die nur wenig durch den steigenden Transpirationstrom in dem perhumiden Klima der Tatra ersetzt werden können. Ist das Muttergestein an sich arm an Basen, wie wir das für die Böden der *Disticho-Versicoloreta* noch zeigen werden, so ist die Lage des Bodens von noch größerer Bedeutung als beim basenreichen Boden. Die Granitböden der *Trifidi-Disticheta* sind eine Klasse für sich. Sie sind so arm an Basen, daß von ihnen bei verschiedener Lage in der großen Mehrzahl der Fälle nur ungesättigte saure Böden entstehen. Hier müssen noch andere Faktoren mitspielen, um weniger saure und besser gesättigte Böden zur Entstehung zu bringen. Wir hoffen in einer nächsten Arbeit über schwach saure oder neutrale, gut gesättigte Granitböden aus der Tatra berichten zu können.

Wie wir schon gesagt haben, sind unsere *Versicoloreta Tatrica*-Böden auf Kalkgestein entstanden, dagegen sind die untersuchten Böden des *Disticho-Versicoloretum* anderen Ursprungs. Auf den Czerwone Wierchy ist das Muttergestein des Bodens des *Disticho-Versicoloretum* ein Sandstein, in den Bielskie Tatry (Bielaer Kalkalpen) ein Tonschiefer. Wir haben die Muttergesteine der beiden *Versicoloreta* und der beiden *Disticho-Versicoloreta* auf ihren Gesamtbasengehalt untersucht. Wir fanden folgende Zahlen:

Muttergestein des Bodens	Das Versicoloretum-Tatricum der		Das Disticho-Versicoloretum der	
	Czerwone Wierchy	Bielskie Tatry	Czerwone Wierchy	Bielskie Tatry
CaCO ₃ in %	93·4	73·4	—	—
Gesamtbasen als CaCO ₃ in % berechnet	97·4	77·3	1·2	1·3

TABELLE III.

Pflanzengesellschaft	Disticho - Versicolorctum										Versicolorctum taticum			Trifidi - Distichetum					
	C. W.					B. K.					C. W.			C. W.			H. T.		
	Festuca versicolor	Sesleria Bielzii	Sesleria disticha	Juncus tritidus	Festuca versicolor	Festuca versicolor	Juncus trifidus	Festuca versicolor	Sesleria Bielzii	Festuca versicolor	B. K.	Festuca versicolor	Sesleria disticha	Juncus tritidus	C. W.	Sesleria disticha	Juncus tritidus	H. T.	
Gebirgsgruppe	19	17	20	21	11	12	27	28	13	18	16	14							
Pflanze, deren Boden untersucht wurde	2020	176.9	203.0	269.6	147.2	185.0	364.1	702.0	255.0	159.6	214.8	122.0							
Laufende Nr.																			
Gehalt des Bodens an Gesamtphosphorsäure in mg P ₂ O ₅ pro 100 gr	18.4	6.9	15.8	19.6	11.2	12.2	37.2	20.6	12.8	19.4	15.9	14.1							
Gehalt des Bodens an 1% Zitronensäure löslicher Phosphorsäure in mg P ₂ O ₅ pro 100 gr	9.1	3.9	7.7	7.3	7.9	6.6	10.2	2.9	5.0	12.1	7.4	12.3							
Lösliche Pophosphorsäure in % der Gesamtphosphorsäure	0.478	0.410	0.460	0.492	0.291	0.342	0.429	0.352	0.216	0.338	0.222	0.400							
Gehalt der Pflanzensubstanz an P ₂ O ₅ in %	1.684	2.564	2.028	3.137	3.360	2.263	0.8968	1.290	0.8968	0.843	1.939	0.926							
Gehalt des Bodens an Fe ₂ O ₃ löslich in 10% kochender HCl, in %	0.251	0.075	0.167	0.256	0.080	0.099	—	0.218	0.332	0.079	0.216	0.123							
Gehalt des Bodens an K ₂ O löslich in 10% kochender HCl in %	2.46	2.23	1.66	2.47	1.64	1.99	1.94	1.66	1.22	1.90	0.96	2.23							
Gehalt der Pflanzensubstanz an K ₂ O in %	0.288	0.231	0.334	0.379	0.126	0.429	—	1.047	0.831	0.104	0.395	0.179							
Gehalt des Bodens an Na ₂ O löslich in 10% kochender HCl in %	0.189	0.111	0.145	0.226	0.250	0.153	—	0.129	0.699	0.118	0.344	0.075							
Gehalt des Bodens an MgO löslich in 10% kochender HCl in %																			

Wenn wir diese Zahlen betrachten, können wir leicht verstehen, warum zwischen den untersuchten Böden des *Versicoloretum* und des *Disticho-Versicoloretum* so große Unterschiede im Sättigungszustand vorhanden sind. Einfach deshalb, weil im ersten Falle das Muttergestein sehr reich an Basen, im zweiten Falle, weil das Muttergestein basenarm ist. Die Humussubstanz des *Versicoloretum* konnte an Basen gesättigt werden, dagegen entstand die Humussubstanz des *Disticho-Versicoloretum* bei einem Basenmangel.

Pawłowski und Stecki (1927) sind der Meinung, daß das *Disticho-Versicoloretum* als Klimax in der Pflanzensukzession auf Kalkunterlage anzusehen ist. Weiter teilte uns Kollege Pawłowski mündlich mit, daß nachdem er in den Bielaer Kalkalpen ein *Trifidi-Distichetum* gefunden habe, er diese Pflanzengesellschaft als Endglied der Entwicklung der Pflanzengesellschaften betrachte. Dieser Meinung können wir nicht beipflichten. Erstens müßte ein *Versicoloretum* gefunden werden, welches auf einem solchen Boden wächst, wie der ist, auf welchem wir die *Disticho-Versicoloreta* gefunden haben. Zweitens müßte ein *Disticho-Versicoloretum* oder gar ein *Trifidi-Distichetum* auf einer reinen Kalkunterlage (mit Humusanhäufung) festgestellt werden. Diese Befunde fehlen uns aber in der Tatra. Bei jeder Beobachtung einer azidiphilen Pflanzengesellschaft auf »Kalksteinunterlage« muß festgestellt werden, ob tatsächlich das Muttergestein ein richtiger Kalkstein ist.

Nur ein weiteres Studium des Wechselspielles zwischen Boden und Pflanzengesellschaft in der Tatra wird uns über diese Fragen aufklären.

Es ist uns eine angenehme Pflicht, allen die uns bei dieser Arbeit behilflich waren, auf dieser Stelle herzlichst zu danken. Ganz besonders sind wir zu Dank verpflichtet unseren Mitarbeitern, den Herrn und Damen: Ostrowicki, Szólkoplas, Rumińska, Rosówna, Weinert, Horowitz und Wąsowicz.

Zusammenstellung der wichtigeren Ergebnisse.

1. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* unterscheidet sich, was die Reaktion anbetrifft, wenig vom Boden des *Versicoloretum Tatricum*. Diese Böden sind sauer bis schwach alkalisch. Der

Boden des *Trifidi-Distichetum* unterscheidet sich dagegen nicht nur darin von den oben genannten Böden, daß er stark sauer ist, aber auch darin, daß seine Ph-Werte wenig schwanken, im Gegensatz zu den Böden des *Versicoloretum* und *Disticho-Versicoloretum*, deren einzelne Ph-Werte von schwach alkalischen zu stark sauren schwanken.

2. Das *Versicoloretum Tatricum* hat einen kalkreichen Boden, mit hohem Absorptionsvermögen, das fast völlig gesättigt ist. Das *Trifidi-Distichetum* hat einen kalkarmen, stark ungesättigten Boden, mit mittlerem Absorptionsvermögen. Der Boden des *Disticho-Versicoloretums* ist ungesättigt bis schwach ungesättigt, mit mittlerem Absorptionsvermögen, mit kleinem bis schwachen Kalkgehalt.

3. *Festuca versicolor* ist eine Pflanze, die auf stark saurem bis alkalischem Boden vorkommen kann. *Sesleria Bielzii* scheint einen etwas weniger sauren Boden zu bevorzugen. *Juncus trifidus* und *Sesleria disticha* kommen auf stark sauren Boden vor.

4. *Festuca versicolor* und *Sesleria Bielzii* kommen auf stark bis schwach mit Kalk gesättigtem Boden vor. *Juncus trifidus* und *Sesleria disticha* kommen auf stark ungesättigtem bis schwach gesättigtem Boden vor.

5. Nach der Meinung der Verfasser hält der Boden des *Disticho-Versicoloretum* eine Mittelstellung ein, die noch genügend Calcium-Jonen für *Festuca versicolor* und *Sesleria Bielzii* bietet. Diese Pflanzen, die, was die H-Jonen Konzentration anbetrifft, als Ubiquisten zu betrachten sind, sind jedoch kalkliebend. Für die kalkfliehenden *Juncus trifidus* und *Sesleria disticha*, die dabei auch säureliebend sind, hat der Boden des *Disticho-Versicoloretum* einen genug hohen Säuregrad, mit einem Gehalt an absorbierten Calcium-Jonen, der wahrscheinlich die obere Grenze ihrer Toleranz für diese Ionen darstellt.

6. Das *Versicoloretum* hat einen an Humus und Stickstoff sehr reichen Boden. Seine Humussubstanz hat ca 3·7% Stickstoff und ein anzunehmendes Absorptionsvermögen, von ca 4·5% an CaO. Der Boden des *Disticho-Versicoloretum* hat einen kleineren Humusgehalt als der Boden des *Versicoloretum*. Der Stickstoffgehalt jedoch und das Absorptionsvermögen der Humussubstanz zeigen ähnliche Werte wie die, die beim *Versicoloretum* vorkommen. Der Boden des *Trifidi-Distichetum* ist an Humus reicher als der Boden

des *Disticho-Versicoloretum*, ärmer aber als der des *Versicoloretum*. Der Stickstoffgehalt des Bodens nähert sich dem Werte des *Disticho-Versicoloretum*. Seine Humussubstanz ist arm an Stickstoff und hat ein geringes Absorptionsvermögen.

Literaturverzeichnis.

1. Braun-Blanquet S. und Jenny H.: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Vol. LXIII, Mém. 2. Zürich 1926. —
2. Fischer: Int. Mittel. für Bodenkunde. Bd. II, 1912, S. 541. —
3. Lemmerman O., A. Einecke und L. Fresenius: Untersuchungen über die Feststellung des Wirkungswertes der Bodennährstoffe, Phosphorsäure und Kali u. s. w. Landw. Versuchs. LXXXIX, 1917. —
4. Mieczynski T.: O metodzie objętościowej oznaczania próchnicy w glebie. (Zur massanalytischen Humussbestimmung). Pam. Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa wiejskiego w Puławach. Tom 4, Pa. A. p. 129. —
5. Pawłowski B. u. Stecki K.: Die Pflanzenassoziationen des Tatra-gebirges, IV Teil: Die Pflanzenassoziationen des Miętusia Tales und des Hauptmassiv's der Czerwone Wierchy. Bull. Int. de l'Acad. Polon. d. Sc. et d. Lett. Nr. Suppl. Cracovie, Suppl. II 1926 (1927) S. 79—121. —
6. Ralski E.: Hale i łąki Pilska w Beskidzie Zachodnim. (Die Alpen und Matten von Pilsko in der West-Beskiden). Pol. Akad. Umiej. Prace rolniczo-leśne, Nr. 1, Kraków 1930. —
7. Włodek J. u. Mościcki K.: Przyczynki do poznania gleb tatrzańskich. (Beiträge zur Kenntniss der Tatraböden). Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych. T. XIX, Poznań 1928. —
8. Włodek J. u. Ralski E.: Dalsze badania nad kwasotą gleb tatrzańskich. (Weitere Untersuchungen über die Azidität der Tatraböden). Spraw. Kom. fizjogr. Polskiej Akad. Umiej. Tom LXXXIII, Kraków 1928. —
9. Włodek J. u. Strzemiński K.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Pflanzenassoziationen und Wasserstoff-Ionen-Konzentration in den Böden des Chochołowska Tales (Tatra, Polen), Bull. de l'Acad. Pol. d. Sc. et d. Lett. Série B. (1925).

Gedruckt mit Unterstützung der Fedorowicz-Stiftung.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES
ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES
DERNIERS MÉMOIRES PARUS

I.

- J. Zerndt.** Megasporen aus einem Flöz in Libiąz (Stéphannien) (Planches 1—8) Juill. — Déc. 1930
- J. Zerndt.** Triletes giganteus, n. sp., eine riesige Megaspore aus dem Karbon (Planches 9—11) Juill. — Déc. 1930
- F. Bieda.** Remarques sur la nomenclature et la classification de certaines espèces de Nummulines. I-ère partie. Juill. — Déc. 1930
- F. Bieda.** Sur la faune des Nummulines trouvée dans les galets des conglomérats des Carpathes polonaises (Planche 12) Juill. — Déc. 1930

II.

- F. Rogoziński.** Sur le rachitisme expérimental. II. Comparaison de quelques régimes rachitigènes (Planches 1—4) Janvier — 1931
- A. Elkner.** Recherches sur le tissu conjonctif basophile du larynx de l'homme (Planches 5—6) Janvier — 1931
- L. Sitowski und S. Runge.** Spiroptera microstoma Schneider im Magen eines 7 Monate alten, verworfenen Pferdefötus Janvier — 1931
- J. Tur.** Nouvelles études sur les diplogénèses à centres abortifs (Planches 7—12) Février — 1931
- M. Gieysztor.** Contribution à la connaissance des Turbellariés Rhabdocèles (Turbellaria Rhabdocoela) d'Espagne (Planches 13—14) Février — 1931
- S. Vrtel.** Histologische Untersuchungen über die Schilddrüse. Die Selachierschilddrüse. I. (Planches 15—19). Février — 1931
- M. Rose.** Der Zellaufbau der Großhirnrinde des Kaninchens (Planches 20—22) Février — 1931
- A. Kulczycki.** La dégénérescence physiologique des muscles striés (Planche 23) Février — 1931
- J. Wilburg.** Die Entwicklung der Blutgefäße im Mittelfuße und in den Zehen bei *Sus crofa domestica* (Planches 24—26) Février — 1931
- St. Wajda.** Cytologische Untersuchungen über die Spinnstoffsekretion des Trichopterenlarven (Planche 27). Février — 1931
- W. Heinrich et T. Strzembosz.** Les fonctions des capillaires et la concentration de l'attention Février — 1931

TABLE DES MATIÈRES.

Janvier—Mai 1931.

	Page
M. ZIEMBA. Blütenbiologische Beobachtungen in den polnischen Ostkarpaten mit Berücksichtigung einiger Pflanzenassoziationen	1
WŁ. SZAFER. The Oldest Interglacial in Poland (Planche 1) .	19
K. MICZYŃSKI. Genetic studies in the genus <i>Aegilops</i> . II. The morphology and cytology of the interspecific hybrids (Planches 2—13)	51
F. GÓRSKI. Sur l'action de faibles courants électriques sur l'assimilation chlorophyllienne chez <i>Elodea canadensis</i> .	85
J. WŁODEK, K. STRZEMIENSKI et E. RAŃSKI. Untersuchung über die Böden der Mischassoziationen im Gebiete der Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry (Tatragebirge) . . .	103

Le «*Bulletin International*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries. La première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) se divise en deux sous-séries; l'une d'elles «I» contient les mémoires qui se rapportent aux diverses branches de la Botanique (la Systématique, l'Anatomie et la Physiologie des Plantes), l'autre «II» est réservée aux publications qui concernent le vaste domaine des recherches morphologiques et physiologiques sur l'homme et les animaux (Anatomie, Biologie générale, Embryologie, Histologie, Pathologie, Pharmacologie, Physiologie, Psychologie, Zoologie systématique et expérimentale).

Depuis 1928, le «*Bulletin International*» ne contient que les communications dont l'étendue ne dépasse pas une limite strictement définie; les mémoires de plus vaste envergure sont réunis en un Recueil différent, les «*Mémoires*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles). Les *Mémoires* sont également publiés en deux séries: A et B. Chaque mémoire publié dans les *Mémoires* se vend séparément.

Les abonnements relatifs au «*Bulletin International*» sont annuels et partent de Janvier. Les livraisons de ce Recueil se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie „Gebethner et Wolff“ Rynek Gł., Cracovie (Pologne).