

Instytut
Uniwersytetu

00542

INSTYTUT HODOWLI I ŻYWIENIA ZWIERZĄT
Uniwersytetu Jagiellońskiego
Kraków, Al. Mickiewicza 2

AKADEMIA UMIEJĘTNOŚCI

PRACE ROLNICZO-LEŚNE NR 7

WYDAWNICTWO FUNDUSZU IM. ŚP. WŁ. J. FEDOROWICZA

TADEUSZ WĄSOWICZ

BADANIA NAD GLEBAMI GÓRSKIEMI

RESEARCHES ON MOUNTAIN SOILS

KRAKÓW 1933

NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA

WARSZAWA - KRAKÓW - LUBLIN - ŁÓDŹ - POZNAŃ - WILNO

ZAKOPANE

br. 17204

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności.
Ogólnego zbioru tom 65/66. Dział A/B. (Serja III. Tom 25/26). zł 5—

Marchlewski T.: O znaczeniu pewnych cech kranjologicznych bydła (str. 1—16). — Grodziński Z.: Układ naczyń krwionośnych śluzicy (*Myxine glutinosa* L.) (str. 17—36). — Żorawski K.: Własności pewnej kategorii przekształceń punktowych w płaszczyźnie (str. 37—70). — Wóycicki Z.: O ziarnach pyłkowych, łagiewkach i spermatogenezie u *Haemanthus Katharinae* Cz. I (str. 71—92). — Piech K.: Studja cytologiczne nad rodzajem *Scirpus* (str. 93—152). — Wóycicki Z.: O ziarnach pyłkowych, łagiewkach i spermatogenezie u *Haemanthus Katharinae*. Cz. II (str. 153—186). — Skowron St.: Materiały do rozwoju mieszańców ryb kostnoszkieletowych (str. 187—220). — Czeżottowa H.: Element atlantycki we florze Polski (str. 221—286). — Żorawski K.: Ruchy sztywne i kompleksy linjowe (str. 287—340).

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności.
Ogólnego zbioru tom 67. Dział A/B. (Serja III. Tom 27 A/B). zł 35—

T. Vetulani: Dalsze badania nad konikiem polskim. (Z tablicami 1—4 str. 1—84). — Anna Luxenburgowa: Badania cytologiczne na pyłkiem u Malwowatych. (Z tablicami 5—8, str. 85—152). — K. Wallisch: Cycadoidea polonica, nowy gatunek z Polski. (Z tablicami 9—16, str. 153—170). — B. Pawłowski, M. Sokołowski i K. Wallisch: Zespoły roślin w Tatrach. Część VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka. (Z tablicami 17—27, str. 171—312). — J. St. Ruszkowski: Badania nad rozwojem i budową tasiemców morskich, część I. (Z tablicami 28—30, str. 313—324). — A. Kozłowska: Naskalne zbiorowiska roślin na wyżynie Małopolski. (Z tablicami 31—37, str. 325—374). — M. Nowiński: Stosunki geobotaniczne południowo-wschodniego krańca puszczy Sandomierskiej. (Z tablicami 38—47, str. 375—542). — St. Śnieszko i A. Lachowicz: Serologiczne badania nad rasami buraków (str. 543—554).

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności.
Ogólnego zbioru tom 68. Dział A i B. (Serja III. Tom 28 A i B).

- Dz. A. Nr 1. K. Żorawski: O pewnych przekształceniach czterowymiarowej przestrzeni, będących w związku z własnościami funkcji zmiennych zespolonych 1—
- Nr 2. J. Morozewicz: O składzie chemicznym nefelinu skałotwórczego 1—
- Nr 3. Ludomir Sawicki †: Przyczynki do znajomości jezior naszych Kresów Wschodnich 3—
- Dz. B. Nr 1. St. Hiller: Wpływ głodu na regenerację u aksolotla . . . 1—
- Nr 2. B. Kączkowski: Studja nad wełną owiec ras i odmian miejscowych polskich 5—
- Nr 3. B. Pawłowski: Elementy geograficzne i pochodzenie flory tatrzańskiego piętra turniowego 2—
- Nr 4. Wanda Karpowiczówna: Badania nad rozwojem przedrośli oraz pierwszych liści sporofitu paproci krajowych (*Polypodiaceae*) 7—
- Nr 5. Janina Jentys-Szaferowa: Budowa błon pyłków leśszczyzny, woskownicy i europejskich brzoź oraz rozpoznawanie ich w stanie kopalnym 4—

POLSKA AKADEMIA UMIEJĘTNOŚCI

L. 39

PRACE ROLNICZO-LEŚNE NR 7

WYDAWNICTWO FUNDUSZU IM. ŚP. WŁ. J. FEDOROWICZA

TADEUSZ WĄSOWICZ

BADANIA NAD GLEBAMI GÓRSKIEMI

RESEARCHES ON MOUNTAIN SOILS

KRAKÓW 1933

NAKŁADEM POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH GEBETHNERA I WOLFFA

WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ — POZNAŃ — WILNO

ZAKOPANE



brr. 17.204

Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarz. J. Filipowskiego.

**KATEDRA ŻYWIENIA ZWIERZĄT
WYŻSZEJ SZKOŁY ROLNICZEJ
w Krakowie**

WSTĘP.

Wśród wielu zjawisk ciekawych a charakterystycznych dla przyrody górskiej najbardziej może godnymi uwagi są kwestje związku zespołów roślinnych z glebami, które pokrywają.

Jednym członem tych zagadnień jest wpływ zespołów roślin na skład materji organicznej gleby. Zbadanie tego problemu jest celem niniejszej pracy.

Gleby na podłożu krystalicznym.

I. Gleby tatrzańskie.

Pojęcie Tatr często wiąże się z obrazem nągich, litych skał, mniej lub więcej zwietrzałych, narażonych na gwałtowne działania różnych czynników atmosferycznych. Wszędzie jednak, wśród najbardziej nawet stromych i niedostępnych miejsc, występuje gleba, pokrywająca wszystkie załomy i półki skalne, wypełniająca szczeliny i żleby. Płość jej czasem bardzo niewielka, nieprzekraczająca kilku, dochodzi jednakże niejednokrotnie do znacznej grubości kilkudziesięciu i więcej centymetrów. Barwa gleb górskich zazwyczaj bardzo ciemna, brązowa, brunatna, nieraz niemal czarna, jest wynikiem wielkiej zawartości próchnicy, gromadzącej się nieustannie. To gromadzenie się materji organicznej w glebie dochodzi czasem do ogromnych rozmiarów, czego obrazem tworzenie się w miejscach stosunkowo spokojniejszych, chronionych od gwałtownego zmywania wodą i szarpania spadającymi okruchami skał, wielkich poduch próchnicznej gleby na litej skale — »Humuspolster«, jak mówią alpejscy badacze. Bardzo wyraźnie występuje ono również wśród kosodrzewiny, która powstrzymuje zewnętrzne ataki na glebę, i wśród lasu. To odkładanie się próchnicy w glebie jest oczywiście wynikiem specyficznego górskiego

klimatu, bardzo wilgotnego i chłodnego, oraz dzięki temu krótkiego okresu działania drobnoustrojów, które nie są w stanie rozłożyć całego zapasu materji organicznej, jaki gleba corocznie otrzymuje (Jenny 1926).

Drugą charakterystyczną cechą górskich okolic, bardziej niż gdziekolwiek indziej wyrażnie występującą, są zespoły roślinne. Każdemu odrazu muszą się rzucić w oczy olbrzymie plamy kosówki, rozrzucone po zboczach, łąny trzcinników, zbite trawniki bliźniczki, czy rude kępy skuciny, porastające granie górskie.

Otóż nawet przy powierzchownem przyjrzeniu się glebom spod tych różnych zespołów roślinnych dadzą się zauważyć pewne ich cechy charakterystyczne czyto w strukturze, czy w barwie. Różnice te są bardzo wyraźne i rzucające się w oczy. I tak np. gleby spod zespołu kosodrzewiny (*Pinetum mughi*), koloru intensywnie brązowego, bardzo ciemne, robią wrażenie jednolitej masy organicznej, stosunkowo mało rozłożonej, z nielicznymi inkluzjami silnie zwietrzałych okruchów granitowych. Gleby spod zespołu skuciny (*Trifidi-Distichetum*) ciemnobrunatne, dosyć suche, lekkie, przemieszane z drobnym żwirkiem kwarcowym. Gleby spod zespołu bliźniczki (*Nardetum strictae*), w jej siedliskach naturalnych i typowych, bardzo ciemne, zbite, wilgotne, nieraz robiące wrażenie typowych torfów. Gleby spod zespołu kosmatki brunatnej (*Luzuletum spadiceae*) szarobrunatne, miałkie, glinkowate, często żwirowate, wilgotne. Gleby spod zespołu trzcinnika (*Calamagrostidetum villosae*), nogół niezbyt ciemne, gruzelkowate, pachnące, robią wrażenie dobrych, czynnych gleb uprawnych. Gleby spod zespołu *Aconitetum firmi* bardzo ciemne, czasem zupełnie czarne, bardzo wilgotne, ciężkie.

Wobec tych już na pierwszy rzut oka dostrzegalnych różnic nasunęło się pytanie: jaki jest związek między glebą i zawartą w niej materją organiczną, a zespołem roślinnym ją tworzącym, a co zatem idzie i ogólniejsze pytanie, jaka jest wogóle próchnica w glebach tatrzańskich, jaki jest skład chemiczny materji organicznej tych gleb pierwotnych, surowych, nieulegających żadnym wpływom ubocznym, albo bardzo tylko znikomym, poza działaniami potężnych sił przyrody — klimatu w pierwszym rzędzie.

Fizjografia badanego terenu.

Jako teren do badań nad glebami tatrzańskimi na podłożu granitowym i składem ich próchnicy w związku z występowaniem zespołów roślinnych wybrano dolinę Pięciu Stawów Polskich, która wydała się najodpowiedniejsza, i częściowo dolinę Roztoki w Tatrach.

Dolina Pięciu Stawów Polskich jest typową doliną lodowcową, utworzoną w ciągu kilku epok glacialnych, których ślady pozostały w postaci trzech poziomów erozyjnych (Gadomski 1926), leżących w kondygnacjach ponad sobą. Tworzy ona mniejwięcej regularny trójkąt, ograniczony na południo-wschodzie granią Miedzianego i Opalonego, na poł-zach. granią Liptowskich Murów i Walentkowej, na północy granią Orlej Perci. Od doliny Roztoki dzieli ją stromy próg skalny, przez który przerzyna się Wielka Siklawa. Cały teren, obejmujący około 10 km², położony jest na wysokości od 1670 m. n. p. m. (poziom Wielkiego Stawu) do 2306 m. n. p. m. (szczyt Świnicy). Wobec tej rozległości terenu a stosunkowo niewielkiej różnicy wzniesień, oraz dosyć regularnego kształtu, niepoprzerznanego wysokimi grzędami, różne czynniki klimatyczne, a przede wszystkim wiatr, wiejący przeważnie z zachodu równoległe do podłużnej osi doliny, działają mniejwięcej równomiernie. Można więc przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że klimat w całej dolinie jest mniejwięcej jednolity. Ścisłych danych co do klimatu dol. Pięciu Stawów Polskich niestety jeszcze nie ma. Badania Stacji klimatologicznej Instytutu Geograficznego U. J., prowadzone w dol. Pięciu Stawów w ciągu dwu zim w roku 1929 i 1930 oraz w ciągu lata 1930 r., były dla dokładnej charakterystyki klimatu zbyt krótkotrwałe, jednakże mogące dać pewien obraz, szczególnie przy porównaniu z badaniami prowadzonymi w sąsiednich dolinach Morskiego Oka i Hali Gąsienicowej. W każdym razie stwierdzić można, że ilość średnia roczna opadów atmosferycznych będzie wynosiła około 1800 mm. Byłaby to więc okolica najbardziej w całej Polsce zasobna w opady atmosferyczne. Również pod względem intensywności i częstotliwości opadów wysuwa się na pierwsze miejsce spośród wszystkich polskich stacyj klimatologicznych. Wobec tego, że (węgięg wniosków Stacji — Leszczycki 1930) na wysokości około 1900 m. n. p. m. istnieje przypuszczalna warstwa

inwersji opadów atmosferycznych, można przyjąć, że cały teren dol. Pięciu Stawów Polskich znajduje się mniej więcej w jednokowych warunkach pod względem wilgotności klimatu. Największa ilość opadów przypada na miesiące letnie (czerwiec, lipiec, sierpień), bo ponad 40% rocznego opadu. Przyczem deszcze w lecie bywają bardzo zimne, często deszcz ze śniegiem, a niejednokrotnie śnieg pokrywa dolinę w ciągu lata. O intensywności opadów może świadczyć fakt, że w czasie mego pobytu w dol. Pięciu Stawów był jeden dzień z opadem 170 mm, a następny z około 90 mm. Czyli że opad tych dwu dni wynosiłby prawie połowę rocznego opadu w Warszawie. Średnia roczna temperatura, wnioskując z danych w sąsiednich stacjach, wahać się będzie około $-2,5^{\circ}\text{C}$., przyczem, jak podaje Stacja klimatologiczna w nieogłoszonych jeszcze wynikach, cały teren dol. Pięciu Stawów cechuje większe wyrównanie temperatur w porównaniu z sąsiednimi dolinami. Maleją wahania temp. dziennej i rocznej, chłodniejsze są maxima, a cieplejsze minima.

Pod względem petrograficznym dol. Pięciu Stawów przedstawia teren naogół dosyć jednolity. Tworzy go granit o niewielkich tylko różnicach w swoim składzie mineralogicznym i chemicznym (porówn. Tokarski 1929), niemogących mieć silnego wpływu na procesy glebotwórcze.

Odczyn gleby i związek jego z występowaniem zespołów roślin.

Prace w terenie, przeprowadzone latem r. 1930, koncentrowały się w większej części na badaniach nad odczynem gleby całego terenu i na zbieraniu materiałów do dalszych analiz. Próbkę gleby starałem się zbierać z miejsc porośniętych możliwie typowymi zespołami roślinnymi.

Problemem związku między kwasowością gleby, a występowaniem zespołów roślinnych zajmował się w Tatrach tylko Włodek, który wraz ze Strzemińskim i Ralskim opracował odczyn gleb tatrzańskich, a szczególnie dokładnie okolice dol. Kościeliskiej, Chochołowskiej i Bielskich Tatr. Badania ich wykazały ścisłą zależność między odczynem gleby i porastającymi ją zespołami roślinnymi. Podobne badania w Alpach przeprowadzali Braun-Blanquet i Jenny, otrzymując również ścisły paralelizm między temi dwoma zjawiskami. Wszyscy ci jednak badacze pracowali

w terenach niejednorodnych pod względem geologicznym i petrograficznym. — Doliny Kościeliska i Chochołowska, jak również Tatry Bielskie i Czerwone Wierchy odznaczają się wielką różnorodnością utworów geologicznych, dzielących się ogólnie na skały krystaliczne (granity, gnejsy) i skały osadowe (wapienie). Podobnie badania Braun-Blanqueta i Jenny'ego obejmowały teren Parku Narodowego Szwajcarskiego, utworzony częściowo z dolomitów engadyńskich, częściowo z granitów. Oczywiście jest, że w tych warunkach sam charakter podłoża skalnego i jego mniejsze lub większe bogactwo w łatwo uruchomialne zasady musiało mieć przemożny wpływ na odczyn gleby.

Ciekawem wobec tego stało się pytanie, jakie jest pH gleby powstałej na mało różniącym się od siebie podłożu w tych samych warunkach klimatycznych, lecz spod różnych zespołów roślinnych.

Próbek gleby ogółem pobrano i zbadano ponad dziewięćset. Pomiary odczynu gleby przeprowadzone były metodą elektrometryczną, elektrodą chinhydronową na miejscu w Schronisku P. T. T.

Naogół pH gleby waha się w granicach dosyć znacznych, bo między 3,2 i 6,8. Zależność między odczynem gleby i zespołami roślinnymi występuje i tutaj wyraźnie, jakkolwiek niezawsze rzucająco się w oczy. Stosunek ten ilustruje tablica I oraz załączony wykres. Na linii odciętych oznaczono pH gleby, przyjmując za odstęp klasowy 0,2 pH, na linii rzędnych częstotliwość występowania w procentach ogólnej liczby oznaczeń dla poszczególnych zespołów. Krzywe wykreślono dla sześciu zespołów roślin: *Pinetum mughi*, *Nardetum strictae*, *Calamagrostidetum villosae*, *Trifidi-Distichetum*, *Luzuletum spadiceae* i *Festucetum pictae*.

Najbardziej odrębne stanowisko pod względem odczynu gleby zajmuje *Pinetum mughi*, którego pH w dolnej swej granicy sięga 3,2, a największa częstotliwość występowania zawiera się między 3,7 a 3,9. Jest to niewątpliwie jedna z najkwaśniejszych gleb dotychczas zbadanych w naszym klimacie. Pozostałe zespoły nie wykazują wybitnych różnic, jakkolwiek linja *Nardetum* wyraźnie przesuwa się ku kwaśnemu odczynowi, linje natomiast *Luzuletum spadiceae* i *Festucetum pictae* ku odczynom obojętnym. Miejsce pośrednie zajmuje *Trifidi-Distichetum* i *Calamagrostidetum*, posiadające te same maxima częstotliwości występowania, w masie całej jednak pierwsze przesunięte jest ku niższemu, drugie ku wyż-

Tablica — Table I.

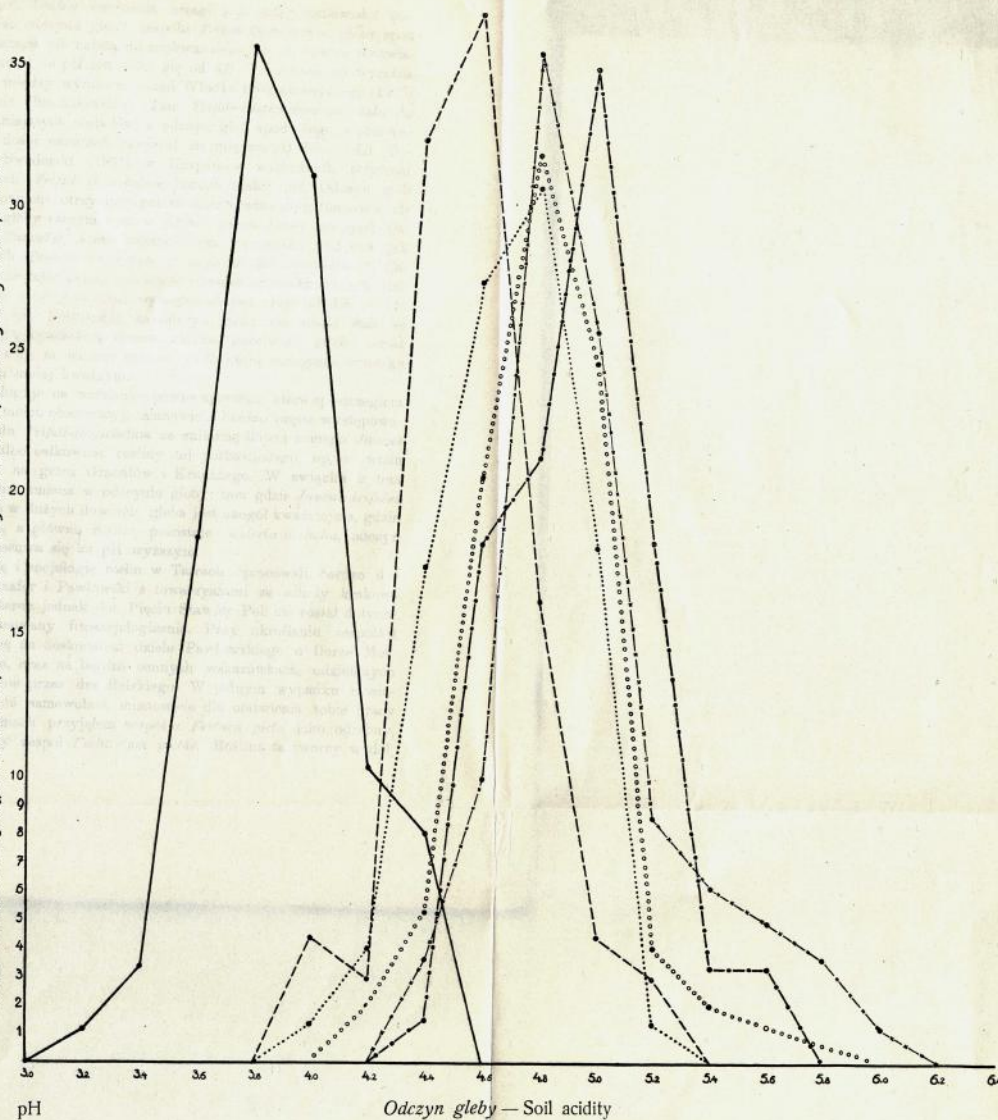
Zestawienie ilości oznaczeń dla poszczególnych wartości pH, uszeregowanych według zespołów roślinnych.

*Soil acidity and plant associations.**pH (soil acidity).*

Zespół <i>Plant association</i>	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0
<i>Pinetum mughi</i>	1	3	16	31	27	9	7	41	46	27	2	3	2	1						
<i>Tritidi-Distich.</i>					2	6	26	43	48	37	6	3	2	1						
<i>Calamagrostidet.</i>						3	8	12	14	23	12	2	2	2	1					
<i>Festucet. pictae</i>							1	9	29	21	7	5	4	3	1					
<i>Isazulet. spadic.</i>							3	25	11	3	2									
<i>Nardetum</i>					3	2	22	3	6	1	2									
<i>Vacciniet. uligin.</i>				5	9	10	7	3	1	2			0	0	1					
<i>Piceetum excelsae</i>			2	0	4	3	6	4	3	2	1	2	6	5	0	1				
<i>Poetum alpiniae</i>									2	1	3	0	3	3	0	1	1	1	2	
<i>Rumicet. alpini</i>									1	2	2	0	1	2	1					
<i>Athyretum alpest.</i>				1	2	3	3	5	0	3										
Gleby nadpotoczne															3	4	1	1	1	

Number of determinations

Częstotliwość występowania w procentach sumy oznaczeń poszczególnych zespołów.



— *Pinetum mughi* - - - *Nardetum* *Trifidi Distichetum*
 *Calamagrostidetum* - x - *Luzuletum spadiceae* ■ *Festucetum pictae*

szym pH. Godne zwrócenia uwagi jest tutaj stanowisko pod względem odczynu gleby zespołu *Trifidi-Distichetum*, gleby spod niego naogół nie należą do najkwaśniejszych w obrębie omawianego terenu — pH ich waha się od 4,0 — 5,2. Jest tu wyraźna różnica między wynikami badań Włodka i Strzemińskiego (1925) w dolinie Choczołowskiej. Tam *Trifidi-Distichetum* należało do najkwaśniejszych zespołów, a odczyn gleb spod niego w przeważającej ilości oznaczeń zawierał się między pH 3,5 — 4,5. Podobnie Swederski (1931) w Karpatach wschodnich otrzymał w glebach *Trifidi-Distichetum* bardzo niskie pH. Odczyn gleb »trifidetowych« otrzymany przeze mnie zgadza się natomiast z odczynem gleby otrzymanym w Alpach przez Jenny'ego spod *Caricetum Curvulae*, które zajmuje tam stanowisko podobne, jak w Tatrach *Trifidi-Distichetum*. I moje *Trifidi-Distichetum* i *Caricetum Curvulae* Jenny'ego nie przekracza odczynem swoich gleb pH 4,0, a największa ilość występowania jest przy pH 4,8 — 4,9. Można by więc przypuścić, że odczyn gleby nie spada stale ze wzrastającą wysokością terenu, ale że przeciwnie, gdzieś około 2.000 m n. p. m. istnieje granica, poza którą następuje zwrot ku odczynom mniej kwaśnym.

Zasługuje na wzmiankę pewne zjawisko, które spostrzegłem w czasie moich obserwacji, mianowicie bardzo częste występowanie zespołu *Trifidi-Distichetum* ze znikomą ilością samego *Juncus trifidus*, albo całkowicie rośliny tej pozbawionego, np. w wielu miejscach na grani Granatów i Krzyżnego. W związku z tem idzie pewna zmiana w odczynie gleby: tam gdzie *Juncus trifidus* występuje w dużych ilościach, gleba jest naogół kwaśniejsza, gdzie go nie ma, a główną rośliną pozostaje *Sesleria disticha*, odczyn gleby przesuwają się ku pH wyższym.

Florę i socjologję roślin w Tatrach opracowali bardzo dokładnie Szafer i Pawłowski z towarzyszami ze szkoły krakowskiej, — teren jednak dol. Pięciu Stawów Pol. nie został dotychczas opracowany fitosocjologicznie. Przy określaniu zespołów oparłem się na doskonałym dziele Pawłowskiego o florze Morskiego Oka, oraz na bardzo cennych wskazówkach, udzielonych mi w terenie przez dra Ralskiego. W jednym wypadku musiałem postąpić samowolnie, mianowicie dla ułatwienia sobie pracy w oznaczeniach przyjąłem zespół z *Festuca picta* jako odrębny, samodzielny zespół *Festucetum pictae*. Roślina ta tworzy w dol.

Pięciu Stawów skupienia tak wyraźne, tak nieraz bujne i gęsto porosłe, przytem często pozbawione *Luzuli*, że nieprawdopodobnem mi się wydawało, aby mogły być one uznane tylko za odmianę zespołu *Luzuletum spadiceae* (Pawłowski 1928). Przytem zauważyłem, że *Festucetum pictae*, biorąc pod uwagę jego stanowisko glebowe, jest jakby przejściem od *Luzuletum spadiceae* do *Calamagrostidetum*. *Luzula* tworzy zespoły zazwyczaj na szczytach stożków piargowych u spodu żlebów, gdzie zwykle dużo jest gruzu skalnego, przemieszanego z napływową glebą, a wszystko zwilżane obficie wodą, płynącą ze zboczy i ścian skalnych. Niżej w miarę ustalania się piargu, przybywania gleby, a ubywania spływającej z góry wody — tworzy się *Festucetum pictae*. To znów niżej, gdy piarg coraz bardziej się ustala, a miąższość gleby coraz bardziej wzrasta, przechodzi w *Calamagrostidetum*. Takie rozumowanie nie jest jednak zgodne ze zdaniem fitosocjologów tatrzańskich, przyjmujących zupełnie inną sukcesję zespołów roślinnych. Jednakże pewne oparcie tutaj znajdują w pracy Braun-Blanqueta (1930), który uważał zespół z *Festuca picta* jako odmianę *Calamagrostidetum*.

Wartości pH gleby spod zespołu *Nardetum* wykazują tu wielką regularność występowania; krzywa *Nardetum* na załączonym wykresie jest bardzo wyraźna i charakterystyczna. Rzecz tu ma się przeciwnie niż w pracy Włodka i Strzemińskiego (1925), gdzie odczyn gleb »nardetowych« waha się od pH 3,7 do 6,7, nie wykazując żadnego maximum natężenia. Różnice te możnaby tłumaczyć tem, że w dol. Chochołowskiej *Nardetum* zajmuje często stanowisko dość przypadkowe, zwykle na miejscu zmarniałych, wobec przepasienia, innych zespołów roślinnych. W dol. Pięciu Stawów Polskich *Nardetum* jest na swoim stanowisku naturalnem, które możnaby uważać za pewnego rodzaju nietypowe, bardzo rozległe, nisko położone wyleżysko.

Odczyn gleb spod zespołu świerka (*Piceetum excelsae*) nie wykazuje żadnej regularności występowania. Wykonane oznaczenia rozłożone są mniejwięcej równomiernie na przestrzeni od pH 3,5 do 6,0. Widocznie więc *Piceetum excelsae* nie można pod względem gleboznawczym uważać za jednolity zespół tworzący glebę. Jest to już cała olbrzymia kraina, w obrębie której gleba poza samą główną rośliną, smerekiem, ulega wielu innym twórczym czynnikom, jak wpływowi podszycia, stanu podłoża, stanowiska i t. p.

Spółród innych zespołów roślinnych, mniej wybitne zajmujących miejsce ze względu na stosunkowo małe przestrzenie przez nie porośłe, wyróżniałem: fację zespołu *Trifidi-Distichetum* z *Vaccinium uliginosum*, *Athyrietum alpestris*, oraz gleby »nadpotoczne«, porośłe przez zespoły *Acotinum firmum*, *Cardamine Opitzii* i t. p.

Zespoły z wybitną przewagą *Vaccinium uliginosum* zajmują zawsze bardzo charakterystyczne miejsca (jak to zauważył już Braun-Blanquet 1930), wystawione na gwałtowne wiatry, w zimie zwykle obnażone ze śniegu, narażone wskutek tego na silne zmiany temperatury. Porastają one nieomal całą zachodnią stronę grani Liptowskich Murów, różne ostre grzędy skalne w Krzyżnem, grań Opalonego i t. p. miejsca. *Vaccinietum uliginosi* nie daje przytem wyraźnej linii zależności z odczynem. Wynika to może z tego, że tworzy różne odmiany zespołów, zasadniczo jeden ze *Sphagnum*, drugi z *Cetraria islandica* a często z przewagą wrzosu; przytem widocznie mniej jest wogóle czułe na glebę i podłoże, a bardziej mu zależy na wyszukaniu sobie miejsc z owym niezwykle surowym klimatem. Z innych zespołów najbardziej wybijają się te, które porastają brzegi potoków — gleby spod nich są najbardziej alkaliczne, albo raczej najmniej kwaśne. Barwę mają zawsze bardzo ciemną, prawie czarną, a odczyn ich waha się między pH 6,0 — 6,9. Przeprowadzone analizy chemiczne, mające na celu określenie ilości zaadsorbowanego wapna w glebie, dowiodły, iż gleby te pod tym względem przewyższają wielokrotnie wszelkie inne. Widocznie więc wody, bardzo obficie zraszające te gleby, nasycają je wapnem i innymi katjonami, wypłókanymi z wyżej położonych miejsc.

Poza omówionymi zespołami na jeden jeszcze, stosunkowo mało zajmujący miejsca, warto zwrócić uwagę. Jest to *Poetum alpinae*, powstałe w miejscach, gdzie odchody owcze spływają od szalasu ku Wielkiemu Stawowi. Zdaleka już bardzo wyraźnie odcina się ono swoją intensywną zielenią od szarego nardetowego tła. Wbrew oczekiwaniom odczyn gleby w miejscach tych, tak intensywnie nawożonych, wzrasta niebardzo gwałtownie, rozciągając się na przestrzeni od pH 4,8 — 6,8, przyczem najczęściej waha się około 5,5. Jak się później okaże, i skład materji organicznej w glebie spod *Poetum alpinae* nieomal nie będzie się różnić od składu w glebach »nardetowych«.

Z powyższych obserwacyj widać, że podobnie jak w innych okolicach, wśród różnych utworów geologicznych, tak i tutaj w obrębie identycznego klimatu i na tem samem podłożu granitowem zarysowuje się bardzo wyraźnie związek między odczynem gleby a zespołem roślinnym ją porastającym.

Skład materji organicznej gleb.

Badania nad składem materji organicznej w glebie stosunkowo niedawno zainteresowały gleboznawców. Przeprowadzone w ostatnich czasach badania rosyjskie (Stadnikoff 1930) i amerykańskie (Waksmann 1930) rzuciły wiele światła na dotyczące się materji organicznej gleby zagadnienia, w obrębie których od przeszło wieku powstawały i upadały przeróżne teorie i hipotezy, a dotychczas jeszcze badacze nie doszli w wielu kwestjach do porozumienia. Prace amerykańskiego badacza Waksmana nad składem materji organicznej w glebie, nad rozkładem materji roślinnej, oraz jego krytyczne rozważania nad dotychczas stosowanymi metodami badań niewątpliwie staną się punktem zwrotnym w zapatrywaniach na kwestję próchnicy i dadzą początek wielu badaniom, w krąg tych zagadnień wchodzącym, tak jak w dużej mierze stały się oparciem przy wykonywaniu badań tu omawianych.

Próby gleby, przeznaczone do rozbioru chemicznego w laboratorium, pobrano we wrześniu 1930 r. w dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach. Prób tych wzięto dwadzieścia dwie spod następujących zespołów roślinnych: *Calamagrostidetum* — 3, *Luzuletum spadiceae* — 3, *Trifidi-Distichetum* — 5, *Nardetum* — 5, *Pinetum mughi* — 3, *Festucetum pictae* — 1, *Poetum alpinae* — 1, *Aconitetum firmi* — 1. Brano je z głębokości mniej więcej 15--20 cm, odrzucając wierzchnią warstwę darni wzgl. ściółki, przyczem starano się wybierać miejsca porośłe możliwie typowymi zespołami. Przeciętna waga każdej próby wynosiła około 2 kg. Próby te po wysuszeniu na powietrzu zostały przesiane przez 2 mm sito, a następnie część każdej z nich przemielona na porcelanowym młynku kulkowym ze względu na późniejsze czynności, które wymagały gleby dokładnie rozdrobnionej. — Czynności laboratoryjne rozpoczęto od oznaczenia suchej masy. Gleby ze względu na swoją wielką zawartość materji organicznej schły dosyć po-

wolnie, lecz zwykle po 9—12 godzinach proces ten dochodził do końca. Należało być ostrożnym, aby uniknąć przesuszenia, bo w tym wypadku gleby zaczynały zupełnie wyraźnie przybierać na wadze.

Oznaczenie ogólnej ilości materji organicznej przeprowadzono dwiema metodami: 1^o przez stratę na żarzeniu i 2^o przez spalanie na drodze mokrej w mieszaninie steżonego kw. siarkowego i dwuchromianu potasu (met. Knopa). Na niewłaściwość oznaczania materji organicznej przez stratę przy żarzeniu wielu badaczy zwracało uwagę ze względu na zbyt wysokie rezultaty, wynikię skutkiem rozkładu różnych części mineralnych gleby, przede-wszystkiem uwodnionych krzemianów, przyczem woda hydratacyjna zostaje wliczona na korzyść materji organicznej gleby. Im bardziej gleba gliniasta, tem błąd stawał się większy. I tak np. w pracy Włodka, Strzemińskiego, Ralskiego (1931) różnice między metodą żarzenia i metodą spalania kw. chromowym w glebach z Czerwonych Wierchów i Bielskich Tatr wynosiły od 30 do 50%. Smolik (1928) w badanych glebach morawskich rzadko kiedy otrzymał różnice 50%, między temi dwiema metodami, a zwykle o wiele większe.

Aparat do spalań met. kw. chromowego (Knopa) został skonstruowany na podstawie wskazań i rysunku podanego przez Wiegnera (1926) z zastosowaniem modyfikacji Messingera (Springer 1928), t. zn. rur do spalań z grubego szkła jenajskiego, wypełnionych tlenkiem miedzi i chromianem ołowiu. Zastosowanie tych rur, włączonych między kolbę do spalań a aparat Liebiga (do absorbcji CO_2 w KOH), i rozgrzanych do czerwonego żaru, miało na celu zupełne utlenienie ewentualnych produktów niedostatecznego rozkładu substancji organicznej w kolbie, jak tlenku węgla, kwasów organicznych, węglowodorów i t. p. Sam proces spalań nastęczył spoczątku dużo kłopotów i przykrości ze względu na niesłychanie gwałtowny początkowy proces wydzielania się CO_2 z chwilą dolania do gleby, przemieszanej z dwuchromianem potasu, odrobiny kw. siarkowego. Widocznie materja organiczna gleb górskich musi zawierać duże ilości łatwo rozkładających się substancyj, może kwasów uronowych, które, jak twierdzi Schollenberger (1930), już nawet w rozcieńczonym kwasie solnym rozkładają się i wydzielają CO_2 , a również wielka zawartość hemieluloz może być przyczyną tego burzliwego przebiegu reakcji.

Rezultaty analiz, przeprowadzonych temi dwiema metodami, podaje tablica Nr II. Ilość próchnicy określonej metodą Knopa otrzymano przez pomnożenie ilości zaabsorbowanego CO_2 przez ogólnie przyjęty współczynnik 0.471.

Z ogólnego przeglądu tej tabeli widać, jak duża jest rozciągłość w zawartości materji organicznej w glebach górskich. Według podawanych przez niektórych autorów klasyfikacyj gleb na podstawie procentu próchnicy (Schucht 1930) wszystkie zaliczałyby się do »bardzo próchnicznych«, a większość przekraczałaby granicę »torfów«. Swederski w badaniach swoich nad glebami Beskidów wschodnich nazywa nawet gleby porośłe zespołem *Trifidi-Distichetum* glebami torfiastymi szczytów górskich. Można by jednak co do słuszności tego terminu mieć pewne zastrzeżenia przede wszystkim dlatego, że cechą charakterystyczną gleb szczytowych, porośłych wyżej wymienionym zespołem, jest ich suchość, co je zasadniczo różni od torfów właściwych.

W tabl. II wyraźnie zaznaczają się różnice między średnią próchnicznością gleb spod różnych zespołów. Porównanie wyniku obu metod, podane w tablicy jako stosunek $\%$ -owy met. Knopa do met. żarzenia, daje pewien obraz zasobności gleb w krzemiany uwodnione i wogóle w glinę. W zespołach *Calamagrostidetum* i *Luzuletum*, posiadających najmniejszą średnią próchniczność gleby, a największe bogactwo części gliniastych, stosunek tych dwu metod wynosi średnio 75 $\%$. Stojące na drugim krańcu pod tym względem gleby *Pinetum mughi* mają wyniki metody Knopa i żarzenia najbardziej do siebie zbliżone.

Dalszym etapem pracy było oznaczenie azotu w glebach. Wykonane ono zostało zwykłą metodą Kjeldahla. Zawartość azotu w glebach górskich jest bardzo wysoka w porównaniu z uprawami, jednakże wzięwszy pod uwagę bardzo duży procent materji organicznej i porównawszy $\%$ azotu z $\%$ -em węgla ogólnego w glebie, otrzymamy obraz cokolwiek odmienny. Stosunek węgla ogólnego, otrzymanego z przeliczenia wyników analiz met. Knopa do ogólnego azotu, ilustruje tablica III.

Jak widać z tej tablicy, stosunek C/N wykazuje dużą rozciągłość, począwszy od 9,7 : 1 do 34,3 : 1. W glebach uprawnych naszego klimatu C/N, jak to wykazały dotychczasowe badania, a ostatnio praca Terlikowskiego (1932), waha się około 10:1. Badania, przeprowadzone nad tem zagadnieniem w innych krajach

Tablica — Table II.

Zespół i Nr próbki <i>Plant association and No of samples.</i>		Materja organiczna <i>Organic matter</i>		Stosunek %-owy obu metod <i>Relation in percentage</i>	Średnio dla zespółów. <i>Average for plant associations.</i>
		Metoda żarzenia <i>Loss on ignition</i>	Metoda spalania kw. chrom. <i>Chromic acid meth.</i>		
<i>Calam- agrosti- detum</i>	Nr 1	10,17	6,86	67,45	74,36
	Nr 17	25,92	20,55	79,28	
	Nr 18	18,27	13,95	76,35	
<i>Luzuletum spadiceae</i>	Nr 3	12,80	9,38	73,28	76,43
	Nr 4	14,76	11,78	79,81	
	Nr 11	18,86	14,37	76,19	
<i>Festucetum pictae</i>	Nr 10	13,70	9,59	70,00	80,97
<i>Trifidi- Distichetum</i>	Nr 2	35,77	29,40	73,28	
	Nr 5	26,02	22,09	84,90	
	Nr 7	36,62	32,62	89,07	
	Nr 8	31,94	26,88	84,15	
<i>Nardetum strictae</i>	Nr 9	13,70	10,06	73,43	
	Nr 6	20,84	15,54	74,56	87,59
	Nr 12	49,07	44,59	90,87	
	Nr 13	32,28	29,29	90,74	
	Nr 14	49,79	44,54	89,45	
Nr 15	28,61	26,42	92,34		
<i>Poetum alpinae</i>	Nr 16	34,44	31,33	90,96	92,03
<i>Pinetum mughi</i>	Nr 20	65,94	57,83	87,70	
	Nr 21	50,22	48,51	96,59	
	Nr 22	43,77	40,18	91,79	
<i>Aconitetum firmi</i>	Nr 19	26,98	20,55	76,16	

umiarkowanego klimatu, naogół stwierdziły to samo, t. zn. stosunek C/N, z niewielkimi odchyleniami zbliżający się do 10:1. Znaleźli to Waksman (1930) i Russel (1927) w glebach St. Zjednoczonych i Pater w glebach węgierskich. W wielu jednakże wypadkach zachodzą duże odchylenia od tej reguły. Np. Read (1921) otrzymuje stosunek C/N wiele ciaśniejszy, wahający się między 4,5 a 10,7:1. Leighty i Shorey (1930) mają w licznych swoich badaniach wahania od 3,5:1 do 35,2:1. Dawniej powszech-

Tablica — Table III.

Zespół i Nr próbki <i>Plant assoc. and No of soil</i>		% — C <i>Total Carbon</i>	% — N <i>Total Nitrogen</i>	C/N	Średn. dla zespoł. <i>Average for plant assoc.</i>
<i>Calam- agrosti- detum.</i>	Nr 1	3,98	0,333	11,9:1	11,2:1
	Nr 17	11,92	1,005	11,9:1	
	Nr 18	8,09	0,831	9,7:1	
<i>Luzuletum spadiceae</i>	Nr 3	5,44	0,414	13,14:1	14,2:1
	Nr 4	6,83	0,453	15,08:1	
	Nr 11	8,33	0,581	14,35:1	
<i>Festucetum pictae</i>	Nr 10	5,56	0,541	10,28:1	13,6:1
<i>Trifidi- Distichetum</i>	Nr 2	17,05	1,278	13,36:1	
	Nr 5	12,81	0,917	13,97:1	
	Nr 7	18,92	1,256	15,06:1	
	Nr 8	15,54	1,132	13,77:1	
	Nr 9	5,83	0,502	11,62:1	
<i>Nardetum strictae</i>	Nr 6	9,01	0,735	12,26:1	15,8:1
	Nr 12	25,86	1,375	18,81:1	
	Nr 13	16,99	1,042	16,30:1	
	Nr 14	25,25	1,536	16,44:1	
	Nr 15	15,33	1,015	15,10:1	
<i>Poetum alpinae</i>	Nr 16	18,17	1,234	14,73:1	29,4:1
<i>Pinetum mughi.</i>	Nr 20	33,54	1,071	31,32:1	
	Nr 21	28,14	0,821	34,27:1	
	Nr 22	23,30	1,03	22,63:1	
<i>Aconitetum firmi.</i>	Nr 19	11,92	1,06	11,24:1	

nie przyjmowano, że w klimacie suchym i ciepłym stosunek ten się rozluźnia, a w klimacie chłodnym się zacieśnia (np. Mc. Lean 1930). Tymczasem omawiane tutaj badania wykazują co innego, mianowicie tylko w nielicznych wypadkach C/N zbliża się do 10:1, pozatem w większości wynosi kilkanaście, a przy *Pinetum mughi* przekracza nawet 30:1, a klimat przytem jest wybitnie chłodny i wilgotny. Znajdują te wyniki jednak potwierdzenie w wielu obserwacjach innych badaczy. Włodek i Mościcki (1928) znaleźli w glebach dol. Chochołowskiej stosunek C/N, wahający się wprawdzie w dużej skali, jednak w wielu wypadkach przekra-

czający 20:1. Jenny w swoich rozległych i metodycznych badaniach w St. Zjednoczonych stwierdził, że w miarę wzrostu średniej rocznej temperatury stosunek C/N zacieśnia się i naodwrot. A więc wbrew ogólnie przyjętemu poprzednio pogładowi. Dean (1930) w glebach hawajskich, a zatem w klimacie ciepłym, otrzymuje przeważnie stos. C/N ciśniejszy niż 10:1.

W wynikach tu omawianych badań, zestawionych w tabl. III, wyraźnie zarysowują się różnice w stosunku C/N między zespołami. Zwraca przytem uwagę fakt, że zespoły, wykazujące niższy odczyn gleby, mają stos. C/N luźniejszy. Nasuwa się wobec tego przypuszczenie, że może istnieje pewien paralelizm między temi dwoma zjawiskami. Nie było nad tem zagadnieniem przeprowadzanych badań na większą skalę, nie mam więc możliwości porównań. Jednakże Pater (1928) w glebach węgierskich o odczynie obojętnym lub alkalicznym otrzymał C/N rzadko przekraczający 10:1, a w jednej tylko glebie, jak na tamtejsze warunki bardzo kwaśnej, o pH 5,3 stos. C/N wynosił 16:1.

Z porównania tabl. III i wykresu pH gleby dla zespołów widać, że zespoły: *Calamagrostidetum*, *Trifidi-Distichetum*, *Luzuletum* i *Festucetum pictae*, stosunkowo niezbyt różniące się odczynem gleby, mają również niezbyt wielkie różnice w stos. C/N. Zespół *Nardetum*, wyraźnie kwaśniejszy od poprzednich, ma również stos. C/N wyraźnie rozszerzony. Przy *Pinetum mughi*, wyróżniającem się bardzo niskim odczynem gleby, C/N rozluźnia się gwałtownie. W dalszym ciągu tej pracy opisane gleby alpejskie i tatrzańskie wapienne wykazują podobne stosunki węgla do azotu (tabl. IX i XI). To zmniejszenie się zawartości azotu w glebach górskich, a co zatem idzie rozluźnienie się stosunku C/N, możnaby tłumaczyć sobie wpływem rozmaitych czynników. A więc: asymilacja wolnego azotu albo wcale nie zachodzi, albo tylko w nieznacznym stopniu, istnienie azotobaktera w glebie, której odczyn naogół nie przekracza pH 6, jest mało prawdopodobne; roślin motylkowych w zespołach górskich, porastających podłoża granitowe, jest tylko znikomy odsetek; wiele produktów rozkładu związków białkowych roślinnych wobec wielkiej ilości opadów atmosferycznych i intensywnego przemywania gleby może uchodzić z wodą deszczową; najważniejszym jednak wydaje się to, że bakterje, które w alkalicznych glebach są głównym czynnikiem odbudowy białka w glebie, w tych warunkach kwasowości mają

utrudnione możliwości rozwoju, a głównymi działającymi drobnoustrojami są grzyby (Jensen 1931), odbudowujące w ciele swoim przy małej ilości białka głównie pentozany i hemicelulozy.

Przystępując do zbadania składu chemicznego materji organicznej w glebach górskich, oparłem się na pracy Waksmana (1930), stosując jego metody i przyjmując następujący podział na frakcje: 1) wyciągi eterowe, 2) wyciągi alkoholowe, 3) hemicelulozy, 4) celulozy, 5) białko, 6) kompleks ligninowo-humusowy.

Wyciągi eterowe i alkoholowe oznaczono przez ekstrahowanie w aparatach Soxleta. 15—20 gr gleby zmielonej i wysuszonej do stałej wagi, umieszczone w gilzie ekstrakcyjnej, ekstrahowano, początkowo kilkakrotnie eterem, za każdym razem susząc gilzę i mieszając zawartość jej pałeczką szklaną, chcąc uniknąć w ten sposób silnego zbijania się gleby i przez to powierzchownej tylko ekstrakcji. Dalsze doświadczenie wykazało, że wystarczy ekstrakcję zredukować do dwukrotnego ekstrahowania po 12 godzin. W identyczny sposób postępowano przy ekstrahowaniu gleby alkoholem. — Hemicelulozy oznaczano przez hydrolizę 2%-owym kw. solnym, a powstałą w ten sposób glukozę określano metodą Bertranda (1910). 2—5 gr (zależnie od zawartości materji organicznej) gleby przeekstrahowanej w eterze i alkoholu gotowano przy normalnem ciśnieniu w kolbach połączonych z chłodnicami zwrotnymi w 150 cm³ 2%-owego roztw. HCl w ciągu 5 godzin. Całą zawartość kolb następnie sączono przez sączki hartowane, przemywając glebę na sączkach gorącą wodą destylowaną do zaniku reakcji na Cl i do określonej objętości. W roztworze zneutralizowanym NaOH, po odsączeniu strąconych wodorotlenków glinu i żelaza, określano według Bertranda ilość redukującego cukru, przeliczając go na hemicelulozy przez pomnożenie przez współczynnik 0,9. Pozostałą przemytą glebę splókiwano ilościowo z sączków do zlewek i suszono na łaźni wodnej, poczem ostudziwszy i rozdrobniwszy pałeczką szklaną, zalewano 10 cm³ ca 75%-owego kw. siarkowego, przygotowując ją do oznaczania celuloz. Traktowanie początkowe stęż. H₂SO₄ jest konieczne dla zapoczątkowania odpowiedniego kierunku hydrolizy celuloz, t. j. w kierunku dekstrozy, gdyż przy traktowaniu odrazu rozcieńczonym H₂SO₄ mogłyby powstać produkty uboczne, jak kwasy organiczne i t. p. (porów. Barrall-Lit. 4). Glebę zalaną stęż. H₂SO₄ pozostawiano w chłodnem miejscu na przeciąg 2¹/₂

godzin, następnie po rozcieńczeniu wodą destylowaną do 150 cm³ przelewano do kolb z chłodnicami zwrotnymi. Dalsze całe działanie postępowało jak przy hemicelulozach. Procent hemiceluloz i celuloz w glebie obliczano na głębę surową, nieprzeekstrahowaną eterem i alkoholem, robiąc poprawkę wynikłą z ubytku tych substancyj.

Zawartość białka surowego otrzymano przez pomnożenie azotu ogólnego przez ogólnie przyjęty współczynnik 6,25. Przeliczenie to można było przeprowadzić, nie popełniając wielkiego błędu, oparłszy się na rozumowaniu, że azot w glebach górskich może być nieomal wyłącznie w postaci nierozpuszczalnych związków białkowych, a związków amonowych, azotanów i amonu zaadsorbowanego, w tych warunkach klimatycznych, albo wcale niema, albo znajdują się tylko w drobnych ilościach.

Reszta materji organicznej po usunięciu celuloz składa się z lignin, z właściwych związków humusowych i z białka niezhydrolizowanego podczas gotowania z kwasami. Należało więc dla znalezienia kompleksu ligninowo-humusowego od całości pozostałej substancji organicznej w glebie odjąć znajdujące się w niej jeszcze białko. W tym celu wzięto połowę pozostałej gleby do oznaczenia węgla, a połowę do oznaczenia azotu. Węgiel, podobnie jak przy węglu ogólnym, oznaczono met. Knopa, azot met. Kjeldahla. Azot przeliczono na białko (wsp. 6,25), białko skolei na węgiel w niem zawarty, przyjmując średnio 50% C w białku. Po odjęciu C białkowego od C ogólnego tej pozostałości otrzymano węgiel kompleksu ligninowo-humusowego.

Wszystkie analizy wykonywano zawsze w dwóch, a niejednokrotnie w czterech powtórzeniach.

Biorąc pod uwagę różną zawartość węgla w różnych składnikach materji organicznej gleby, byłoby niesłusznem przeliczanie ich ilości w procencie materji organicznej, otrzymanej z pomnożenia C ogólnego przez współcz. 1,724, i dlatego za podstawę przyjęto C ogólny w glebie i na tę wartość przeliczono węgiel poszczególnych składników. Przytem przyjęto jako średnią zawartość węgla w poszczególnych frakcjach, jak następuje:

Wyciągi eterowe i alkoholowe	75%
Hemicelulozy i celulozy	44%
Białko	50%
Kompleks lignin.-humus	58%

Russel (1932) dla wyciągów eterowo-alkoholowych przyjmuje 45% C. Ponieważ jednak tłuszcze, woski, żywice i t. p. zawierają węglą 70—80% (Czapek 1913), uważałem więc za słuszone przyjąć średnio dla tych substancyj 75% C.

Wyniki analizy materji organicznej gleby z przeliczeniem C poszczególnych jej składników na węgiel ogólny gleby przedstawia tablica IV.

Jak widać, nie otrzymano pełnych 100%. Różnice, wynoszące kilka a dochodzące do 20%, mogą być wynikiem różnych przyczyn, a więc rozłożenia się w kwasach w czasie hydrolizy hemiceluloz i celuloz niektórych składników materji organicznej (w dużej mierze pewnie owych wyżej wspomnianych kwasów urownych), a przede wszystkim prawdopodobnie sumujących się różnych drobnych strat w obrębie poszczególnych frakcyj. Nie popełniając wielkiego błędu można przypuścić, że nieokreślone i zagubione składniki będą zawierały średnio 55% węglą. Mając teraz % C ogólnego w glebie (A), %, jaki stanowi C w poszczególnych składnikach (B), i % C poszczególnych składników w C ogólnym (D), można z pomocą łatwego przeliczenia: $\frac{D \times A}{B}$ otrzymać zawartość

procentową poszczególnych frakcyj w glebie. Suma w ten sposób obliczonych poszczególnych składników daje procent materji organicznej w glebie (tabl. nr V). Porównajmy teraz ilość materji organicznej gleby, otrzymaną z pomnożenia węglą ogólnego przez współczynnik 1,724, z sumą poszczególnych składników (tabl. nr VI). Jak widać z powyższego zestawienia zawartość materji organicznej w glebie, obliczona przez pomnożenie węglą ogólnego przez współczynnik 1,724, jest za niska, średnio o 10% niższa od otrzymanej sumy składników. Jedynie przy *Pinetum mughi* wartości te zbliżają się do siebie. Jednakże jest to wypadek wyjątkowy, gdzie wpływ stosunkowo niewielkich ilości składników o małym procencie węglą, jak hemicelulozy i celulozy, a również białko, jest do pewnego stopnia równoważony przez dużą zawartość składników o dużym % C, jak wyciągi eterowe i alkoholowe. Narzuca się wobec tego myśl, że ogólnie stosowany współczynnik dla C przy obliczaniu zawartości materji organicznej jest za niski.

Kwestją tą zajmowali się niektórzy badacze, jak n. p. Read

Tablica — Table IV.

% C poszczególnych składników w C ogólnym w glebie. — % C of the different components in total carbon in the soil.

Zespół i Nr próbki <i>Plant association and No of samples</i>	Wyciągi eterowe <i>Ether soluble</i>	Wyciągi alkoholowe <i>Alcohol soluble</i>	Hemicelulozy <i>Hemicel- luloses</i>	Celulozy <i>Celluloses</i>	Białko <i>Protein</i>	Kompleks lig.-hum. <i>Lignin- humus complex</i>	Razem <i>Total</i>
<i>Calamagrostidetum</i>							
Nr 1	3,83	14,68	24,88	2,71	26,16	15,87	88,13
Nr 17	3,38	4,96	16,03	2,35	26,35	34,64	87,71
Nr 18	3,88	12,50	16,74	3,45	32,10	30,16	98,83
<i>Festucetum pictae</i>							
Nr 10	4,07	7,65	22,70	3,97	30,40	24,20	92,99
<i>Luzuletum spadiceae</i>							
Nr 3	2,88	10,06	20,06	4,18	23,78	22,50	89,46
Nr 4	2,69	7,05	14,58	3,26	20,72	32,58	80,88
Nr 11	4,17	5,08	16,64	2,96	21,79	29,89	80,53
<i>Trifidum Distichetum</i>							
Nr 2	2,38	9,03	20,25	4,34	23,39	30,37	89,76
Nr 5	2,82	5,19	20,36	4,22	22,37	26,93	81,89
Nr 7	5,67	6,58	15,49	3,49	21,01	35,57	87,81
Nr 8	3,27	5,82	23,55	2,98	22,69	28,43	86,74
Nr 9	5,10	8,91	17,10	3,97	26,89	34,07	96,04
<i>Nardetum</i>							
Nr 6	4,16	4,80	18,41	5,10	25,48	27,57	85,52
Nr 12	4,49	6,92	14,88	2,62	16,61	45,85	91,37
Nr 13	4,81	7,27	10,66	2,51	19,23	45,45	89,93
Nr 14	3,00	4,36	17,56	3,29	19,01	45,18	92,40
Nr 15	3,49	6,06	14,86	2,40	20,70	40,13	87,64
<i>Poet. alpinae</i>							
Nr 16	3,41	6,81	12,11	2,49	21,28	37,73	83,83
<i>Pinetum mughi</i>							
Nr 20	5,98	7,22	14,24	3,63	9,98	58,23	99,28
Nr 21	9,41	8,54	8,91	2,28	9,12	50,55	88,81
Nr 22	4,99	9,53	10,08	2,71	13,81	52,47	93,59
<i>Aconitetum firmi</i>							
Nr 19	2,04	4,64	15,75	3,09	27,80	32,89	86,13

Tablica — Table V.
Zawartość poszczególnych składników materji organicznej w glebie.
Percentage of the different components of organic matter in the soil.

Zespół i Nr próbki Plant associations and No of samples	Wyciągi eterowe Ether soluble	Wyciągi alkoholowe Alcohol soluble	Hemicel- ulozy Hemicel- uloses	Celulozy Celluloses	Białko Protein	Kompleks lig.-humus. Lignin- humus complex	Straty i nieoz. Losses	Razem Total
<i>Calamagro- stideum</i> Nr 1 Nr 17 Nr 18	0,20 0,54 0,42	0,78 0,79 1,35	2,24 4,34 3,08	0,25 0,64 0,63	2,08 6,28 5,19	1,09 7,12 4,21	0,86 2,66 0,17	7,50 22,37 13,05
<i>Fest. picta</i> Nr 10	0,30	0,57	2,87	0,50	3,38	2,32	0,71	10,65
<i>Luculetum spadiceae</i> Nr 3 Nr 4 Nr 11	0,21 0,25 0,46	0,73 0,64 0,56	2,48 2,24 3,15	0,52 0,51 0,56	2,59 2,83 3,63	2,13 3,87 4,33	1,04 2,37 2,95	9,70 12,71 15,64
<i>Trifidi- Distichetum</i> Nr 2 Nr 5 Nr 7 Nr 8 Nr 9	0,52 0,61 1,43 0,68 0,40	2,10 0,89 1,66 1,21 0,69	7,76 5,87 6,66 8,32 2,27	1,68 1,29 1,50 1,05 0,53	7,97 5,73 7,85 7,07 3,14	8,98 6,00 11,71 7,71 3,51	3,17 4,22 4,19 3,75 0,42	32,20 24,61 35,00 29,79 10,96
<i>Nardetum</i> Nr 6 Nr 12 Nr 13 Nr 14 Nr 15	0,50 1,55 1,09 1,01 0,71	0,58 2,39 1,65 1,47 1,24	3,77 8,75 4,08 10,08 5,18	1,02 1,54 0,97 1,89 0,84	4,59 8,59 6,51 9,60 6,34	4,32 20,44 13,31 19,85 10,70	2,37 4,06 3,11 3,49 3,45	17,15 47,32 30,72 47,39 28,46
<i>Poet. alpinae</i> Nr 16	0,83	1,65	5,00	0,78	7,71	11,93	5,34	33,24
<i>Pinetum mughi</i> Nr 20 Nr 21 Nr 22	2,67 3,53 1,55	3,32 3,20 2,96	10,85 5,70 5,34	2,77 1,46 1,44	6,69 5,13 6,44	33,98 24,52 21,28	0,44 5,73 2,72	60,72 49,27 41,73
<i>Acont. firmi</i> Nr 19	0,32	0,73	4,22	0,82	6,62	6,82	3,01	22,54

Tablica — Table VI.

Zespół i Nr próbki <i>Plant association and No of samples</i>		Mat. org. metoda spalania <i>Organic matter by chrom. acid method (C × 1, 724)</i>	Suma skład. mat. org. w glebie <i>Total of components of org. mat. in the soil</i>	Stos. % y met. spalania do sumy składników <i>Relation in percentage of chr. acid met. to the total of components</i>	Współcz. dla C. oblicz. z sumy składników <i>Total carbon factor calculated from the total of components</i>	Współcz. dla C śred. dla zespołów <i>Total carbon factor' — average for plant asso- ciations</i>
<i>Calam- agrosti- detum</i>	Nr 1	6,86	7,50	91,5	1,884	1,874
	Nr 17	20,55	22,37	91,9	1,877	
	Nr 18	13,95	15,05	92,7	1,86	
<i>Luzuletum spadiceae</i>	Nr 3	9,38	9,70	96,7	1,783	1,841
	Nr 4	11,78	12,71	92,7	1,861	
	Nr 11	14,37	15,64	91,9	1,878	
<i>Festucetum pictae</i>	Nr 10	9,59	10,65	90,1	1,915	
<i>Trifidi- Disti- chetum</i>	Nr 2	29,40	32,20	91,3	1,89	1,892
	Nr 5	22,09	24,61	89,8	1,921	
	Nr 7	32,62	35,00	93,2	1,85	
	Nr 8	26,88	29,79	90,2	1,917	
	Nr 9	10,06	10,96	91,8	1,880	
<i>Nardetum</i>	Nr 6	15,54	17,15	90,6	1,903	1,855
	Nr 12	44,59	47,32	94,2	1,830	
	Nr 13	29,29	30,72	95,4	1,808	
	Nr 14	44,54	47,39	94,0	1,877	
	Nr 15	26,42	28,46	92,8	1,857	
<i>Poetum alpinae</i>	Nr 16	31,33	33,24	94,3	1,829	
<i>Pinetum mugli</i>	Nr 20	57,83	60,72	95,2	1,810	1,784
	Nr 21	48,51	49,27	98,5	1,751	
	Nr 22	40,18	41,13	96,3	1,791	
<i>Aconitetum firmi</i>	Nr 19	20,55	22,54	91,2	1,891	

(1922), Lunt (1931), który w glebach leśnych otrzymał współczynnik dla C średnio 1,84.

Dla tu omawianych gleb górskich współczynnik ten (otrzymany z podzielenia sumy składników organicznych w glebie przez węgiel ogólny) waha się od 1,75 do 1,92, a średnio wynosi 1,856. Sądzę, że i dla gleb uprawnych, których materia organiczna, jak to widać z pracy Waksmana (1930), zawiera bardzo niewiele wyciągów eterowych i alkoholowych, a znaczne ilości białka i sto-

sunkowo dużo hemiceluloz i celuloz, współczynnik 1,724 może się również okazać zbyt małym.

Tablica nr VII podaje skład materji organicznej w glebie, otrzymany z przeliczenia poszczególnych składników w procencie ich sumy. W zestawieniu tem, choćby już tylko przy powierzchownem przejrzeniu, rzucają się w oczy pewne charakterystyczne cechy materji organicznej gleb górskich. Przedewszystkiem wielka zawartość hemiceluloz, a bardzo mała w porównaniu z niemi ilość celuloz. Waksman i Stevens (1930) w glebach St. Zjednoczonych otrzymywali również zwykle większe ilości hemiceluloz niż celuloz. Zawartość celuloz w materji organicznej gleb, analizowanych przez tych badaczy, odpowiada mniejwięcej zawartości otrzymanej przeze mnie w mat. org. gleb dol. Pięciu Stawów. Największa natomiast ilość hemiceluloz, jaką otrzymał Waksman stanowiła 12% materji organicznej gleby, podczas gdy materja organiczna gleb przeze mnie badanych zawiera ich od 11,57 do 29,87%.

Nie dziw więc, że pierwsze rezultaty w czasie wykonywania analiz w laboratorium wydały mi się tak nieprawdopodobne, że nasuwało się przypuszczenie, że istnieje jakiś błąd czyto w wykonywaniu, czy w samej metodzie. Wątpliwości te rozwiązał szereg analiz waty, które dały dziewięćdziesiąt kilka procent celulozy.

Tę obecność dużego procentu hemiceluloz w glebach górskich możnaby tłumaczyć sobie dwojako. Po pierwsze powstaje przypuszczenie, że może hemicelulozy, oddawane glebie przez rośliny, które, jak się później okaże, posiadają ich bardzo dużo, nie podlegają, albo tylko w małym stopniu, rozkładowi. Wydaje się to jednak nieprawdopodobne ze względu nato, że hemicelulozy są naogół ciałami o wiele mniej trwałemi od celuloz i czyto w czasie hydrolizy w laboratorium, czy wobec działania drobnoustrojów zachowują się daleko mniej odpornie. Z badań Tunney'a i Waksmana (1929) wynika, że hemicelulozy w warunkach aerobowych pod wpływem drobnoustrojów znikają w początkowych stadjach z szybkością wiele większą niż celulozy. Z tychże badań widać, że celulozy rozkładają się powolniej, ale równomierniej i stale, hemicelulozy tymczasem w początkowych stadjach działalności drobnoustrojów znikają gwałtownie, jednak z biegiem czasu szybkość ich rozkładu stopniowo maleje. Nasuwa się wobec tego myśl, że hemicelulozy w glebie są produktem wtórnym, produktem odbudowy w organizmach drobnoustrojów. I to jest bardzo możliwe.

Tablica — Table VII.

Skład chemiczny materji organicznej w glebach granitowych. — Chemical composition of organic matter in granitic soils.

Zespół i Nr próbki Plant association and No of samples	Wyciagi eterowe Ether soluble	Wyciagi alkoholowe Alcohol soluble	Hemicelulozy Hemicel- luloses	Celulozy Celluloses	Białko Protein	Kompleks lig.-humus. Lignin- humus complex	Nieozna- czone Losses
<i>Calamagrostidetum</i>							
Nr 1	2,67	10,40	29,87	3,33	27,73	14,53	11,47
Nr 17	2,41	3,53	19,40	2,86	28,07	31,83	11,89
Nr 18	2,79	8,97	20,46	4,19	34,49	27,97	1,13
<i>Luzuletum spadicaceae</i>							
Nr 3	2,17	7,53	25,57	5,36	26,70	21,96	10,72
Nr 4	1,97	5,04	17,62	4,01	22,27	30,45	18,65
Nr 11	2,94	3,58	20,14	3,58	23,21	27,69	18,86
<i>Fest. pictae</i>							
Nr 10	2,82	5,35	27,05	4,70	31,73	21,78	6,57
<i>Trifidi- Distichetum</i>							
Nr 2	1,68	6,52	24,10	5,22	24,75	27,89	9,85
Nr 5	2,48	3,62	23,85	5,24	23,28	24,38	17,15
Nr 7	4,09	4,74	19,03	4,29	22,43	33,46	11,97
Nr 8	2,28	4,06	27,93	3,53	23,73	25,88	12,59
Nr 9	3,65	6,30	20,71	4,84	28,65	32,03	3,83
<i>Nardetum</i>							
Nr 6	2,92	3,38	21,98	5,95	26,76	25,19	13,82
Nr 12	3,28	5,05	18,49	3,26	18,15	43,20	8,58
Nr 13	3,55	5,37	13,28	3,16	21,19	43,33	10,12
Nr 14	2,13	3,10	21,27	3,99	20,26	41,89	7,37
Nr 15	2,50	4,36	18,20	2,95	22,28	37,60	12,12
<i>Poet. alpinae</i>							
Nr 16	2,50	4,96	15,04	2,35	23,19	35,89	16,07
<i>Pinetum mughi</i>							
Nr 20	4,40	5,47	17,87	4,56	11,02	55,96	0,72
Nr 21	7,17	6,50	11,57	2,96	10,41	49,77	11,63
Nr 22	3,71	7,09	12,80	3,45	15,43	50,99	6,52
<i>Aconit. firmi</i>							
Nr 19	1,42	3,24	18,72	3,64	29,37	30,26	13,35

Tablica — Table VII a.

Średnia zawartość składników materji organicznej w glebach dla zespołów roślinnych.

Soil organic matter constituents — average for plant associations.

Wyciągi eterowe i alkoholowe <i>Ether and alcohol soluble</i>		Hemicelulozy <i>Hemicelluloses</i>	Celulozy <i>Celluloses</i>	Stosun. hemicel. celuloz <i>Relation of hemicellu- ses to celluloses</i>	Białko <i>Protein</i>	Kompleks lignin.- humusowy <i>Lignin-humus complex</i>
<i>Calamagrostidetum</i>	10,26	23,24	3,46	6,72:1	30,10	24,78
<i>Luzuletum spadiceae</i>	7,72	21,11	4,32	4,89:1	24,06	26,70
<i>Trifido- Distichetum</i>	7,88	23,12	4,62	5,00:1	24,57	26,73
<i>Nardetum</i>	7,13	18,64	3,86	4,83:1	21,73	38,24
<i>Pinetum mughi</i>	11,45	14,08	3,66	3,85:1	12,29	52,26

Jak wiadomo, są one jednym z głównych składników grzybni. W glebach górskich grzyby są prawdopodobnie przemożnym komponentem mikroflory. Jensen (1931), badając gleby duńskie o rozmaitym odczynie, stwierdził w glebach kwaśnych wielką ilość grzybów. Odporność ich na odczyn jest bardzo wielka — mogą się one rozwijać już przy pH 1,5, natomiast dla większości gatunków bakterij glebowych odczyn pH 4,4—5,0 jest już krytyczny. Wiele gatunków grzybów ma przytem zdolność rozkładu celuloz. Na glebach kwaśnych według Jensena (1931) przeważają grzyby z gatunku *Trichoderma* i *Penicilium*, bardzo odporne na niskie pH gleby, przytem właśnie w glebach kwaśnych z większą gwałtownością rozkładają one celulozę. To może być powodem szybkiego rozkładu celulozy i, jak wspomniałem, powstawania hemicelulozy wtórnej, odbudowywanej przez drobnoustroje, a co zatem idzie bardzo szerokiego stosunku hemiceluloz do celuloz

w glebach górskich w porównaniu z glebami klimatów suchszych i cieplejszych.

Drugą cechą charakterystyczną omawianych gleb jest duża zawartość wyciągów eterowych i alkoholowych. Waksman (1930) w badaniach swoich otrzymał substancji tych w sumie średnio 3,2% w materji organicznej swoich gleb, w większości jednak wypadków procent ten nie przekraczał 2%, podczas gdy w glebach dol. Pięciu Stawów ilość wyciągów eterowo-alkoholowych waha się około 10% materji organicznej. Według Nemeča (1930) duża zawartość tych substancyj w glebie działa hamująco na procesy nitryfikacyjne, a 5% ich zawartości w glebie jest granicą możliwości nitryfikacji. Otrzymane przeze mnie ilości wyciągów świadczyłyby wobec tego bardzo niekorzystnie o zjawiskach nitryfikacji w glebach spod zespołu *Pinetum mughi*.

Naogół tłuszczów i wosków (ekstrakt eterowy) jest o wiele mniej niż substancyj żywicznych (ekstrakt alkoholowy). Podobne ustosunkowanie się tych dwu frakcyj do siebie zachodzi i w roślinach (tabl. VIII). W tworzeniu się tej przewagi wyciągów alkoholowych mogą tu jednak grać rolę rozpuszczalne w alkoholu, wyróżniane przez niektórych autorów kwasy hymetomelanowe (Oden 1919).

Na podkreślenie zasługuje pewne zjawisko, które zauważyłem w czasie ekstrahowania gleb eterem, mianowicie w wielu wypadkach wyraźnie zielone zabarwienie ekstraktu. Mogłoby to dowodzić istnienia w glebie nierozłożonego chlorofilu roślinnego, bo obecność glonów asymilujących CO₂ z powietrza zdaje się być wykluczona wobec tego, że próbki gleby brane były spod darni z głębokości ca 20 cm, a więc z warstw, gdzie już światło słoneczne nie przenika.

Białka, którego ilość wiąże się ściśle z omawianą już szerzej kwestją stosunku C/N, naogół jest w materji organicznej gleb górskich mniej niż w uprawnych. Procent jego waha się w dość szerokich granicach od 11 do 34%.

Przechodzę teraz do frakcji nazwanej przez Waksmana kompleksem ligninowo-humusowym. Zawartość jej w glebach przeze mnie badanych jest bardzo nierówna, począwszy od nieznaczonej, bo stanowiącej tylko 14% materji organicznej, do 65%. Biorąc pod uwagę, że kompleks ten składa się w wielkim, a może przeważającym procencie z nierozłożonej ligniny i innych trudno rozkładowi podlegających składników ciała roślinnego, jak korki, ku-

tyna i t. p., można dojść do wniosku, że owa, dotychczas wielka niewiadoma, owe właściwe związki humusowe będą w materji organicznej gleb tylko nieznacznym ilościowo składnikiem. Dotychczas metody ich bezpośredniego określania, jak to już zresztą Waksman (1930) rzeczowej i surowej poddał krytyce, dawały zawsze za wielkie rezultaty. Pragnąc chociaż w przybliżeniu mieć obraz ilości związków humusowych w materji organicznej gleby, próbowałem rozbić ten tak zwany kompleks ligninowo-humusowy i usunąć z niego ligninę. Zastosowałem metodę ilościowego oznaczania ligniny przez rozpuszczanie jej w fenolu (Hillmer 1925, Fuchs 1926). Glebę po usunięciu z niej tłuszczów, wosków, żywic, hemiceluloz i celuloz, a więc zawierającą tylko kompleks ligninowo-humusowy, poddawałem ekstrakcji w mniejwięcej 10-ciokrotnej ilości bezwodnego krystalicznego fenolu, dodając jako katalizatora po 0,12 cm stęż. HCl na każde 10 gr rozpuszczalnika. Ekstrakcję przeprowadzałem w kolbach z wodnemi chłodnicami zwrotnemi w temp. ok. 100° C. w ciągu około 4 godzin. Lignina w tych warunkach powinna się rozpuścić bez reszty. Roztwór przybierał bardzo ciemne zabarwienie, właściwe roztworowi t. zw. fenolligniny. Poczem ostudziwszy, rozcieńczałem roztwór 96%-owym alkoholem i sączyłem przez uprzednio wysuszony i zważony sączek hartowany. Po splókanii ilościowem całej gleby z kolby na sączek i po przemyciu alkoholem aż do zaniku barwy i zapachu fenolu sączek ten z całą jego zawartością suszyłem i ważyłem. Nawiasem dodać muszę, że według badań Hillmera celuloza w fenolu się nie rozpuszcza, a więc można było bez obawy używać zwykłego sączka hartowanego. Różnica między wagą gleby wziętej do analizy plus sączek, a sączkiem z glebą po ekstrakcji powinna dać ilość rozpuszczonej ligniny.

Otrzymane rezultaty, przeliczone na materję organiczną gleby oraz na kompleks ligninowo-humusowy, przedstawiają się następująco:

Nr gleby	% ligniny w mat. org.	% ligniny w kompl. lig.-hum.	% własc. związk. humus. w mat. org.
14	17,2	40,54	24,7
2	13,1	46,14	14,8
7	23,2	68,9	10,3
20	22,3	39,7	33,7
21	30,0	60,0	19,8
8	13,0	49,5	12,9

Rezultaty te należy oczywiście traktować tylko jako grubą aproksymację i wyciągać z nich jakiegokolwiek konkretnych wniosków nie można. Są one nato jeszcze zbyt szczupłe.

Jeśli jednak przyjrzeć się im jako względnie prawdopodobnemu obrazowi tego, co jest w glebie, to pewne refleksje mogą się nasunąć. A więc: że w kompleksie ligninowo-humusowym jest mniej więcej połowa ligniny, że w pozostałej reszcie poza związkami humusowymi może być jeszcze cały szereg innych substancji opierających się rozkładowi, jak choćby korki, że wreszcie części zhumifikowanych jest ilość stosunkowo niewielka, wahająca się między 10 a 34% w materji organicznej gleb, a może być o wiele mniejsza, wzięwszy pod uwagę, że gleby poddawane tutaj analizie są glebami najbardziej próchnicznymi i posiadającymi największy spośród badanych kompleks lignin.-humusowy (p. tabl. nr VII). Wszelkie dotychczas stosowane metody bezpośredniego oznaczania związków humusowych podają o wiele większe rezultaty. Oczywiście nie należy zapominać, że w obrębie strat może się znajdować pewna ilość materji zhumifikowanej.

Skład chemiczny substancji roślinnej zespołów roślinnych.

Dla otrzymania jaśniejszego obrazu i możności zorientowania się w przemianach, jakim podlega substancja roślinna, dostająca się do gleby, poddano wszystkim wyżej omówionym analizom rośliny, a raczej całe zespoły roślinne, materję organiczną gleb górskich tworzące. Próby roślin zbierano w roku 1931 we wrześniu w ten sposób, że w miejscach bardzo typowych, odmierzywszy $\frac{1}{2}$ do 1 m² powierzchni, wykopywano z tej przestrzeni całkowicie i możliwie dokładnie rośliny razem z korzeniami. Darń ta, porozdzielana na pojedyncze rośliny, została przemyta początkowo w potoku górskim przy zastosowaniu prymitywnych urządzeń, chroniących od porwania drobnych cząstek przez wodę, potem w laboratorium pod wodociągiem możliwie starannie dla usunięcia resztek ziemi. Następnie rozdzielono części nadziemne od podziemnych (z wyjątkiem *Nardetum*, które analizowano w całości). Oczywiście tej metody brania prób nie można było zastosować do kosodrzewiny, bo nie do pomyslenia było wycięcie i wybranie z korzeniami metra kwadratowego *Pinetum mughi*. W tym wypadku musiałem branie próbki zredukować do dwu małych krzewów. Po rozdzie-

leniu części nadziemnych od podziemnych próby zespołów roślin zważono i zmielono na młynku. Nawiasem podam tutaj wagi całej masy roślinnej różnych zespołów.

Jest to notatka, łącząca się tylko pośrednio z niniejszą pracą, ale ciekawa z punktu widzenia ekologicznego. Cyfry są podane w suchej masie, bo masy świeżej nie było możliwości obliczyć.

Trifidi-Distichetum:

części nadziemne — 989 gr na 1 m²
 » podziemne — 1170 » » » » razem 2159 gr — ca 200 q na ha.

Calamagrostidetum:

części nadziemne — 368 gr na 1 m²
 » podziemne — 1194 » » » » razem 1562 gr — ca 150 q na ha.

Luzuletum spadiceae:

części nadziemne — 154 gr na 1 m²
 » podziemne — 760 » » » » razem 914 gr — ca 100 q na ha.

Nardetum:

części nadziemne — 1563 gr na 1 m²
 i podziemne — ca 150 q na ha.

Rozbiory chemiczne substancji roślinnej zespołów roślin przeprowadzono w ten sam sposób i metodami stosowanymi przy analizie gleb. W pozostałości po hydrolizie celulozy wyceniono ligninę wyżej opisaną metodą rozpuszczania w fenolu. Przy rezultatach zestawionych w tabl. VIII podano jednocześnie dla porównania średnie wartości dla poszczególnych frakcji materji organicznej gleb odpowiadających zespołów.

W roślinach górskich, podobnie jak w glebach, rolę bodaj że najgłówniejszą w składzie chemicznym odgrywają hemicelulozy, których jest zazwyczaj o wiele więcej niż celuloz. Jedynie w *Pinus mughus* ilości tych składników zbliżają się do siebie. Być może, jest to cechą charakterystyczną roślin w górach rosnących, którym te wielkie ilości hemiceluloz, będących materiałami zapasowymi (Kostyczew 1926), pozwalają wytrzymywać tak ciężkie warunki bytu; przytem największe ilości hemiceluloz posiada zespół, porastający granie, grzędy skalne i t. p. miejsca, narażony na najsilniejsze zmiany atmosferyczne, t. j. *Trifidi-Distichetum*. W roślinach niżowych ilość celuloz zazwyczaj jest większa niż hemiceluloz, lecz nie jest to regułą, gdyż Waksman (1927/28) niejednokrotnie otrzymuje większe ilości tych ostatnich. Jeśli te-

Tablica — Table VIII.

Skład chemiczny substancji roślinnej zespołów roślinnych
i porównanie z materją organiczną gleby.

The organic matter of plants as compared with the organic matter of soil.

		Wyciągi eterowe <i>Ether soluble</i>	Wyciągi alkohol. <i>Alcohol soluble</i>	Hemicelulozy <i>Hemicelluloses</i>	Celulozy <i>Celluloses</i>	Białko — <i>Protein</i>	Lignina <i>Lignin. (Phenolsoluble)</i>	Nierozp. w fenolu <i>Insoluble in Phenol</i>	Kompleks ligninowo- humusowy <i>Lignin-humus complex</i>
Rośliny <i>Plants</i>	<i>Calamagrostidetum</i> części nadziemne <i>parts above the soil</i>	2,05	10,54	29,46	24,27	8,69	12,65	6,1	
	części podziemne <i>parts under the soil</i>	1,17	7,10	29,63	22,71	5,69	17,94	5,63	
	Gleba — <i>soil org. matt.</i>	2,62	7,63	23,24	3,46	30,10			24,8
Rośliny <i>Plants</i>	<i>Luzuletum spadiceae</i> części nadziemne <i>parts above the soil</i>	3,23	6,45	28,81	17,22	11,75	13,77	7,36	
	części podziemne <i>parts under the soil</i>	2,05	9,75	35,84	18,33	5,52	12,41	11,53	
	Gleba — <i>soil org. matt.</i>	2,35	5,38	21,11	4,32	24,06			26,70
Rośliny <i>Plants</i>	<i>Trifid-Distichetum</i> części nadziemne <i>parts above the soil</i>	2,19	10,21	42,60	14,60	6,56	8,86	4,99	
	części podziemne <i>parts under the soil</i>	1,58	9,73	34,64	16,51	5,15	19,46	4,11	
	Gleba — <i>soil org. matt.</i>	2,84	5,05	23,12	4,62	24,57			26,73
Rośliny <i>Plants</i>	<i>Nardetum</i> części nadz. i podz. <i>parts above-a. under soil</i>	1,71	6,59	32,26	20,71	8,16	14,99	7,38	
	Gleba — <i>soil org. matter</i>	2,86	4,25	18,64	3,86	21,73			38,24
Rośliny <i>Plants</i>	<i>Pinetum mughi</i> szpilki — <i>needles</i>	5,74	23,68	17,56	17,02	7,06	19,12	5,29	
	drewno i korzenie <i>wood and roots.</i>	11,63	14,75	21,18	19,40	2,90	19,18	4,83	
	Gleba — <i>soil org. matter.</i>	5,09	6,35	14,08	3,66	12,29			52,26

raz porównamy pod względem zawartości tych dwu składników rośliny z odpowiadającymi im glebami, to widać, że procent hemiceluloz w roślinach i w materji organicznej gleb bardzo jest sobie bliski, natomiast ilość celuloz w glebie gwałtownie się zmniejsza. Potwierdzałoby to hipotezę wtórności hemiceluloz w próchnicy, wytwarzanych kosztem celuloz roślinnych. Możliwość hemiceluloz nierozłożonych w glebie zdaje się być wykluczona, wobec badań Waksmana (1930), które wykazały, że ilość hemicelulozy w substancji roślinnej, poddawanej rozkładowi przez mikroorganizmy, zawsze bardzo szybko się zmniejszała. Również Schmidt i Peterson (1923), badając rozkład drewna, stwierdzili szybsze ubywanie pentozanów niż innych składników. Z porównania ilości wyciągów eterowych i alkoholowych w materji organicznej gleby i w roślinach widać, że nie wykazują one wielkich różnic z wyjątkiem *Pinetum mughi*, które jest specjalnie bogate w żywice (wyciągi alkoholowe). Może to świadczyć o dużej odporności całego tego kompleksu substancji w rozkładaniu się, oraz o zachodzącej pod tym względem pewnej równowadze w glebie, biorąc pod uwagę niewielkie różnice w ilościach tych składników w glebach spod różnych zespołów (porów. tabl. VIIa).

Zawartość białka w porównaniu z roślinami bardzo wzrasta w materji organicznej gleby. Jest to zjawisko normalne, jeśli przyjąć, że w materji organicznej gleb niżowych zawartość jego zwykle przekracza 30% (stos. C/N—10:1). Jeśli przytem wziąć pod uwagę, że glebom uprawnym związki azotowe zabiera się corocznie z roślinami sprzątanemi, co się nie dzieje w górach, znaczyłoby to, że stosunkowo kumulacja jego w glebach górskich jest o wiele mniejsza.

Jednocześnie mogłoby to świadczyć o ubóstwie tych gleb w drobnoustroje białko odbudowujące, o słabszej ich czynności, albo raczej może o czynności innego rodzaju.

Powrócę teraz do tablicy nr VIIa, dla omówienia pewnych charakterystycznych różnic między glebami spod różnych zespołów roślinnych. Najbardziej ze wszystkich zespołów pod względem składu chemicznego materji organicznej gleby wyróżnia się *Pinetum mughi*. Począwszy od odczynu gleby, co tak jasno występuje na wykresie, oraz stosunku C/N, pod każdym względem zespół ten zaznacza swoją wybitną indywidualność. Stosunek hemiceluloz do celuloz jest dwa razy ciśniejszy niż np. u *Cal-*

magrostidetum, białka w porównaniu z innymi glebami jest wybitnie mało, a zato dużo, bo przeszło 50% kompleksu ligninowo-humusowego, który się najwybitniej w tym zespole akumuluje. Na przeciwnym krańcu stoi *Calamagrostidetum*, gdzie ze wszystkimi temi cechami rzecz się ma wprost odwrotnie. Bardzo zbliżone do tego zespołu, a raczej cokolwiek wahające się między nim a *Luzuletum spadiceae*, to *Festucetum pictae*. Jeśliby przyjąć, że duża zawartość białka, a co za tem idzie wąski stosunek C/N, mała ilość kompleksu ligninowo-humusowego, szybko spalanego, oraz duża ilość hemiceluloz w porównaniu z celulozami mogłaby świadczyć o czynności, względnie czynności specjalnego rodzaju i intensywnem życiu tych gleb, to możnaby ułożyć pod tym względem pewien ich szereg. Naczele stałyby gleby spod *Calamagrostidetum*, które nie raz już na oko robią wrażenie żyznych gleb uprawnych, jakichś próchnicznych gliniek, dalej postępowałyby *Festucetum pictae* i *Luzuletum spadiceae*, dalej *Trifidum-Distichetum*, *Nardetum* a wkońcu *Pinetum mughi*. To ostatnie, pod każdym względem tak wybitnie różniące się glebami swymi od gleb innych, musi stwarzać sobie najprawdopodobniej swój własny mikroklimat, nad którym należałoby przeprowadzić osobne badania, zredukowawszy je choćby tylko do pomiarów temperatury gleby w różnych porach roku i w różnych warunkach atmosferycznych. Gleba spod *Poetum alpinae* mimo silnego nawożenia odchodami owczemi, płynąciami od szarłasu, pod względem składu swojej materji organicznej jest nieomal identyczna z glebami »nardetowemi«, a gleba spod *Aconitetum firmitum*, jakkolwiek wyglądem zewnętrznym i odczynem zajmuje bardzo wyraźnie odrębne stanowisko, tutaj nie wykazuje poza jedną charakterystyczną cechą, o czem będzie niżej mowa, żadnych wybitnych różnic indywidualnych.

II. Gleby alpejskie.

Badania nad materją organiczną gleb alpejskich obejmują siedm prób, zebranych latem 1932 r. w okolicy masywu Mont Blanc. Pochodzą one wszystkie z wysokości od 2.000—3.000 m n. p. m., spod ściśle określonych zespołów roślinnych. Trzy gleby spod zespołu rododendrona, dwie spod *Poetum alpinae* i po jednej spod *Nardetum strictae* i spod płatów *Festuca Halleri*. Biorąc pod uwagę, że warunki klimatyczne alpejskie odpowiadają tatrzań-

skim, zredukowanym o mniejwięcej 300 m nad p. m., co się daje zauważyć już w zasięgu zespołów roślinnych (w Tatrach na wysokości ponad 2.000 m występuje już tylko *Trifidi-Distichetum* i *Distichetum subnivale*), będą gleby te zatem odpowiadały omawianym wyżej glebom w dol. Pięciu Stawów Polskich. Odezynem nie różnią się te gleby od odpowiadających im gleb tatrzańskich (tabl. IX). Analizy przeprowadzono identycznie z wyżej opisanymi z jedną tylko nieznaczną zmianą, mianowicie zastosowano zamiast dwóch ekstrakcyj, eterowej i alkoholowej jedną benzołowo-alkoholową. Daje ona prawie identyczne rezultaty. Obliczenie wykonano w ten sam sposób, t. zn. obliczono węgiel poszczególnych składników w procencie węgla ogólnego, z tego otrzymano sumę składników w glebie, czyli właściwy procent materji organicznej w glebie. Okazał się on wyższy, podobnie jak w glebach tatrzańskich, o 5—10% od obliczonego przez pomnożenie C ogólnego przez współczynnik 1,724. Stąd współczynnik dla C ogólnego tych gleb będzie się wahał koło 1,86.

Tablica — Table IX.

Nr — No of soil	Zespół roślinny Plant association	C ogólny Total carbon	N — Total nitrogen	C:N	Próchnica met. spalania Org. matter by chrom. ac. method. (C × 1,724)	Suma skład. mat. org. Total of components of org. mat. in the soil	Współcz. dla C obl. z sumy skł. Total carbon factor calcul. from the total of components	pH
31	<i>Nardetum</i>	8,99	0,619	14,52:1	15,49	16,54	1,841	4,47
32	<i>Rhodoretum ferruginei</i>	3,167	0,239	13,26:1	5,46	5,93	1,873	5,06
33		9,00	0,609	14,77:1	15,52	16,67	1,841	4,73
34		9,06	0,493	18,47:1	15,62	16,88	1,863	4,83
35	<i>Poetum alpinae</i>	13,64	0,953	14,31:1	23,51	25,35	1,859	4,90
36		6,48	0,346	18,74:1	11,17	11,97	1,848	4,83
37	<i>Festuca Halleri</i>	4,393	0,338	12,98:1	7,57	8,18	1,862	5,11

Tablica X przedstawia skład materji organicznej gleb alpejskich, otrzymany z przeliczenia poszczególnych składników w procencie ich sumy.

Tablica — Table X.

Nr — No of soil	Zespół Plant association	Wyciągi alkoholo- lowo-benzolowe <i>Alcohol-benzol-soluble</i>	Hemicelulozy <i>Hemicelluloses</i>	Celulozy <i>Celluloses</i>	Białko — Protein	Kompleks lign.-humus. <i>Lignin-hum. complex</i>	Nieoznaczone <i>Losses</i>
31	<i>Nardetum</i>	8,95	21,89	4,60	22,19	28,42	13,97
32	<i>Rhodoretum ferruginei</i>	5,57	18,89	3,04	25,13	29,51	17,88
33		8,33	17,74	5,37	22,99	38,81	6,76
34		6,87	18,13	5,69	18,25	37,32	13,75
35	<i>Poetum alpinae</i>	6,39	20,59	3,31	23,51	33,53	12,66
36		8,35	22,97	3,50	18,05	31,16	15,96
37	<i>Festuca Halleri</i>	9,17	20,17	5,01	25,92	28,49	11,25

Jak wykazuje powyższe zestawienie, gleby alpejskie z podłoża krystalicznego składem chemicznym swojej materji organicznej nie różnią się niczem zasadniczo od odpowiadających im gleb tatrzańskich.

Jako rzecz charakterystyczną warto zaznaczyć, że wykazują one dużą jednolitość składu materji organicznej w porównaniu między sobą, a zato żadnej zależności pod tym względem od zespołów roślinnych. Nawet gleby spod *Rhodoretum ferruginei*, które, jak wiadomo, we florze alpejskiej zajmuje stanowisko, odpowiadające zespołowi kosodrzewiny w Tatrach, niczem się nie wyróżniają spośród innych gleb. Widocznie *Rhodoretum ferruginei* nie wytwarza owego wyżej wspomnianego, swoistego mikroklimatu, jak to tak wyraźnie czyni kosodrzewina w Tatrach.

Gleby z podłoża wapiennego.

Podobnie jak wyżej omówione gleby z podłoża krystalicznego, gleby wapienne brane były spod charakterystycznych dla tych okolic zespołów roślinnych. Analizy i przeliczenia wykonano

w sposób identyczny, jak przy glebach alpejskich. Wyniki zestawione są w tablicy nr XI i XII.

Tablica — Table XI.

Nr gleby — No of soil	Zespół roślinny Plant association	C ogólny Total carbon	N ogólny Total nitrogen	C/N	Próchnica met. spalania Org. matter by chrom. ac. method. (C × 1,724)	Suma składników Total of components of org. mat. in the soil	Współcz. dla C obl. z sumy skł. Total carbon factor calcul. from the total of components	pH
1	<i>Festucetum versicoloris</i>	23,36	2,094	11,16	40,28	44,41	1,888	5,71
2		22,84	2,156	10,59	39,38	43,71	1,914	6,09
3	<i>Pinetum mughi</i>	34,32	1,601	21,44	59,17	62,51	1,821	6,44
4		25,23	1,909	13,22	43,50	47,59	1,886	6,67
5	<i>Caricetum firmæ</i>	46,82	1,893	24,73	80,71	84,64	1,808	5,72
6		47,41	2,047	23,16	81,74	86,30	1,820	5,71
7	<i>Dryad. octopetalæ</i>	37,92	1,895	20,01	65,38	69,28	1,827	6,60

Tablica — Table XII.

Skład materji organicznej w glebach wapiennych.
Chemical composition of organic matter in limestone soils.

Nr gleby No of soil	Zespół roślinny Plant association	Wyciągi alkoholo- wo-benzolowe Alcohol-benzol-soluble	Hemicelulozy Hemicelluloses	Celulozy Celluloses	Białko — Protein	Kompleks lign.-humus. Lignin-hum complex	Nieoznaczone Losses
1	<i>Festucetum versicoloris</i>	2,27	17,65	2,50	29,48	23,22	24,88
2		1,49	18,23	2,88	30,82	22,05	24,53
3	<i>Pinetum mughi</i>	2,29	9,77	2,19	16,01	50,46	19,29
4		2,84	16,28	2,54	25,07	30,26	23,01
5	<i>Caricetum firmæ</i>	5,10	12,61	2,67	13,98	53,31	12,32
6		4,42	14,11	3,31	14,82	52,52	10,82
7	<i>Dryad. octopet.</i>	3,62	13,18	2,05	17,09	48,86	15,20

W zestawieniu powyższem daje się zauważyć szereg ciekawych zjawisk, które postaram się szczegółowo omówić. W glebach wapiennych wysuwa się na czoło jedna charakterystyczna cecha, mianowicie uderzająco mała ilość wyciągów alkoholowo-benzolowych w porównaniu z glebami podłoża krystalicznych. Nawet gleby spod *Pinetum mughi* pod tym względem nie wyróżniają się. Co do węglowodanów, to naogół w glebach wapiennych jest mniej tak hemiceluloz, jak celuloz niż w granitowych. Pozatem wyraźnie się zaznacza duża regularność w składzie materji organicznej gleb spod tych samych zespołów z wyjątkiem gleb spod *Pinetum mughi*. Wogóle w tym wypadku zespół ten sprawił pewną niespodziankę, dając tak znaczne i zasadnicze różnice. Pierwsza z tych gleb (nr 3), brana ze środka bardzo dużego płata kosodrzewiny, zbliża się składem chemicznym próchnicy do tychże gleb z podłoża granitowego. Druga (nr 4) wzięta była ze stosunkowo niedużej kępy. Mógł więc w tym ostatnim wypadku działać cały szereg wpływów ubocznych, zapobiegających utworzeniu się specyficznego mikroklimatu »pinetowego«. Przy porównaniu gleb *Festucetum versicoloris* z glebami *Caricetum firmæ* oraz *Dryadetum octopetalae* uderza duża ilość hemiceluloz i białka, a mała kompleksu ligninowo-humusowego. MoŜnaby z łatwością tłumaczyć to wpływem zespołu roślinnego, jednakŜe, nawiązując do wyŜej omówionej hipotezy wpływu mikroflory na skład materji organicznej gleby, prawdopodobniejszem się zdaje w tym wypadku działanie warunków lokalnych, w jakich gleba się tworzy. Gleby spod *Festucetum versicoloris* brane były na przełęcz pod Kopą w Czerwonych Wierchach, z terenu skalistego spośród kamieni. Bezpośrednia bliskość skały wapiennej, szybkie i silne ogrzewanie się gleby od otaczającego ją gruzu skalnego wywiera niewątpliwie wpływ na rozwój mikroflory, przyczem obok silniejszego rozwoju grzybów następuje o wiele silniejszy rozwój bakteryj i ich przewaga nad grzybami. Stąd wzrastająca, niezbyt jednak silnie, ilość wtórnych hemiceluloz, zwiększająca się przeszło dwukrotnie ilość białka i ubywanie szybko spalanego kompleksu ligninowo-humusowego. Rzecz się ma przeciwnie z glebami spod *Caricetum firmæ* i *Dryadetum octopetalae*. Brane były ze szczytu Dudowych kominów. Szczyt ten moŜnaby porównać do typowych gór stołowych. Wierchołek bardzo rozległy, zupełnie płaski, pokryty jest jednolitą, grubą nieraz ponad 30 cm warstwą niezmier-

nie próchnicznej gleby. Kontakt jej górnych warstw bardzo jest luźny z alkalicznym podłożem, a wpływ tego ostatniego na glebę utrudniony wobec stałego nieomal w górskim klimacie ruchu wody zgóry nadół. Gleba silnie wilgotna i zimna staje się dla mikroflory wogóle, a specjalnie dla bakterij środowiskiem mniej sprzyjającym rozwojowi. Zmniejsza się dzięki temu trochę ilość odbudowanych hemiceluloz, gwałtownie spada zawartość białka, a kompleks ligninowo-humusowy akumuluje się (p. tabl. XII).

W związku z omawianiem składu materji organicznej w glebach z podłoża wapiennego należy zwrócić uwagę na jedną z gleb granitowych, pochodzącą spod zespołu *Aconitetum firmi* (tabl. VII, nr 19). Gleby te, jak wyżej już wspomniano, wyróżniają się spośród innych tego samego podłoża bardzo niskiem stężeniem jonów wodorowych (tabl. I), posiadając odczyn powyżej pH 6. Kolor mają nieomal czarny, podobnie jak większość gleb wapiennych, a co najważniejsze i w składzie chemicznym materji organicznej wykazują tę samą cechę charakterystyczną, co gleby wapienne, mianowicie bardzo niską zawartość bituminów (ekstraktów alkoholowo-eterowych). Na tej podstawie można wysunąć przypuszczenie istnienia korelacji między ilością bituminów w materji organicznej gleby i jej odczynem. Zaznacza się więc tu jeszcze raz wyraźnie wpływ warunków położenia, będących powodem wysokiego odczynu, na różne właściwości gleby, między innymi i na skład materji organicznej.

Gleby łąkowe nizinne.

Dla porównania z glebami górskimi opracowano trzy gleby łąkowe nizinne z północnych kresów Polski, które po Tatrach posiadają najsurowszy klimat na terenie naszego kraju. Gleby te, podobnie jak górskie, można traktować jako surowe i pierwotne. Dwie z nich pochodzą z okolic Turmontu, jedna spod Sejn. Gleba nr 8 jest glebą torfiastą, nr 9 i 10 glebami gliniastymi.

Analizy tych gleb, zestawione w tabl. XIII i XIV, nie dały zasadniczo nic nowego. Jedynie może gleba nr 8 wyróżnia się niezwykle małą zawartością węglowodanów. Pochodzi ona z łąki nisko położonej, podmokłej, porosłej obok niewielkiej ilości traw szlachetnych przeważnie turzycami, skrzypami i mchem. Warunki rozwoju dla odbudowujących hemicelulozę grzybów jako w większości swej aerobów nie są korzystne, natomiast dużą rolę w gle-

bie tej mogą grać bakterje anaerobowe, dzięki czemu zawartość białka zmniejsza się nieznacznie.

Tablica XIII.

Gleby łąkowe nizinne. — *Meadow soils.*

Nr	C Ogólny	N	C:N	Próchnica met. Knopa	Suma skład- ników mat. organicz.	Współcz. dla C oblicz. z sumy skład.
8	33,30	2,479	16,93	57,42	61,48	1,846
9	3,55	0,311	11,40	6,12	6,83	1,924
10	3,20	0,267	11,96	5,51	5,98	1,870

Tablica XIV.

Skład materji organicznej w glebach łąkowych nizinnych.

Nr	Gleba	Wyciągi alk. benz.	Hemicelulozy	Celulozy	Białko	Kompleks Lig.-hum.	Nieoznac.
8	Torfiasta (okol. Turmontu)	3,37	8,13	1,64	25,20	39,54	21,76
9	Gliniasta (okol. Turmontu)	3,22	17,14	1,90	28,56	28,12	21,09
10	Gliniasta (okol. Sejn)	3,34	13,21	3,51	27,93	30,10	21,91

Wnioski.

Po rozpatrzeniu wszystkich wyżej zestawionych danych, dotyczących składu chemicznego materji organicznej gleb górskich z różnych podłoży i trzech nizinnych gleb łąkowych, można wyciągnąć następujące wnioski. Zespoły roślinne mogą tylko w pewnym zakresie wpływać na skład chemiczny materji organicznej gleby. Jeśli istnieją różnice między glebami spod różnych zespołów, to tylko tam, gdzie możemy z wielkiem prawdopodobieństwem przyjąć wytworzenie się swoistego mikroklimatu, czyto nadziemnego, czy glebowego. Specyficzny mikroklimat, stwarzany przez zespół kosodrzewiny, pozwala na formowanie się tak bardzo wyróżniającego się składu chemicznego materji organicznej tych gleb. — Różne warunki miejscowe, w jakich żyją omawiane wyżej zespoły *Festucetum versicoloris* i *Carice-*

tum firmac, stwarzając różne warunki fizykalne gleby, a tem samem różne środowiska dla rozwoju mikroflory, wpływają na krańcowo przeciwne formowanie się materji organicznej w glebie. — W warunkach alpejskich, gdzie widocznie, że tak powiem, »wielki klimat« tak potężny wywiera wpływ, że niweluje i zacierza wszelkie działania uboczne, nie dopuszczając do wytworzenia się miejscowych mikroklimatów, rezultatem jest duża jednolitość i brak wybitnych różnic w składzie chemicznym materji organicznej w glebach spod różnych zespołów roślinnych.

Należy wreszcie podkreślić jako objaw występujący z dużą regularnością w badanych glebach, że o ile warunki miejscowe pozwalają na obfitsze gromadzenie się próchnicy w glebie, są one właściwie warunkami sprzyjającymi akumulowaniu się kompleksu ligninowo-humusowego. W związku z tem następuje zmniejszenie się ilości węglowodanów i białka, oraz rozluźnienie stosunku C:N.

Można zatem wysnuć wniosek ogólny, że zespoły roślinne swoim chemizmem bezpośredniego wpływu na skład materji organicznej gleby nie wywierają, albo tylko bardzo nieznaczny. Jeśli mimo to w składzie tym powstają pewne charakterystyczne różnice zależnie od zespołów roślinnych, to tylko o tyle, o ile warunki miejscowe pozwolą na wytworzenie się specyficznych mikroklimatów.

Jest zatem rzeczą prawdopodobną, że najważniejszym, wszystko wyrównującym czynnikiem w formowaniu się materji organicznej gleby jest — klimat.

Streszczenie głównych wyników.

1) Badania nad odczynem gleby w związku z zespołami roślinnymi, przeprowadzone w dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach, potwierdziły dotychczasowe obserwacje innych autorów, wykazujące ścisły paralelizm między temi dwoma zjawiskami. Najbardziej i najwyraźniej spośród innych zespołów roślin wyróżnia się niskim odczynem gleby zespół *Pinetum mughi*.

2) Rozbiory chemiczne, mające na celu zbadanie składu materji organicznej gleb, wykazały wielką zawartość hemiceluloz 11,6 — 29,9%, a stosunkowo małą celuloz, 2,3 — 5,9% w materji organicznej gleby. Jest to, zdaniem autora, prawdopodobnie wy-

nikiem specyficznego składu mikroflory gleby, dzięki któremu powstają hemicelulozy wtórne kosztem celuloz roślinnych.

3) Skład materji organicznej w glebach tatrzańskich na podłożu krystalicznym zmienia się wyraźnie w związku z zespołami roślinnymi. Przyczem na jednym krańcu stoją gleby spod zespołu *Calamagrostidetum villosae*, wykazując największą ilość białka, a najmniejszą kompleksu ligninowo-humusowego. Drugim biegunem pod względem tych wszystkich cech są gleby spod zespołu *Pinetum mughi*, który ma prawdopodobnie swoisty mikroklimat. Inne zespoły zajmują miejsca pośrednie.

4) Stosunek C/N w badanych glebach jest zazwyczaj o wiele szerszy niż 10—1, a nieraz przekracza 30:1. Zaprzecza to dotychczasowemu przekonaniu, jakoby w klimacie chłodnym i wilgotnym stosunek ten się zacieśniał.

5) Ilość materji organicznej gleby, otrzymana jako suma poszczególnych składników, jest przeciętnie o 5—10% wyższa od obliczonej przez pomnożenie węgla ogólnego przez współczynnik 1,724. Wobec tego autor dochodzi do wniosku na podstawie obliczeń, że współczynnik ten dla wszystkich gleb będzie zapewne za niski, a dla gleb górskich wynosi średnio 1,85.

6) Autor zbadał dla porównania z materją organiczną gleb skład chemiczny substancji roślinnej zespołów. Różnice występują bardzo wyraźnie. Ilość celuloz w roślinach mieści się między 16,5 a 24,3%, czyli jest ich kilkakrotnie więcej niż w próchnicy. Stosunek hemiceluloz do celuloz rzadko kiedy jest luźniejszy jak 2:1, podczas gdy w glebie waha się między 4:1 a 10:1. Zawartość białka w glebie w porównaniu z roślinami silnie wzrasta.

7) Zbadane gleby alpejskie z krystalicznego podłoża wykazują dużą zgodność i jednolitość w składzie materji organicznej, niezależnie od zespołu roślinnego, spod jakiego były brane.

8) Gleby tatrzańskie z podłoża wapiennego wykazują pewne charakterystyczne cechy, mianowicie mniejszą zawartość węglowodanów, szczególnie celulozy, a przede wszystkim nikłą w porównaniu z glebami granitowymi zawartość bituminów w materji organicznej. Tę ostatnią cechę posiadają także gleby z podłoża granitowego, pochodzące spod zespołu *Aconitetum firmit*, a wyróżniające się swoim odczynem (tabl. I). Zdaniem autora jest prawdopodobne, że ilość bituminów w materji organicznej gleby koreluje ze stężeniem jonów wodorowych.

9) Próby rozbicia kompleksu ligninowo-humusowego przez rozpuszczenie ligniny w bezwodnym fenolu zdają się wykazywać, że ligniny stanowią średnio 50% tego kompleksu.

10) Jakkolwiek gleby spod różnych zespołów mogą wykazywać pewne charakterystyczne cechy, zdaniem autora zespoły same swoim chemizmem wywierają na materję organiczną gleb wpływ tylko pośredni drogą wytwarzania swoistego mikroklimatu, o ile warunki miejscowe na to pozwalają. — Najważniejszy wpływ zatem na formowanie się składu materji organicznej w glebach posiada klimat.

* * *

Niech mi będzie wolno na tem miejscu złożyć moje podziękowanie panu profesorowi drowi Włodkowi, pod którego kierownictwem pracę tę wykonałem. Dziękuję również bardzo serdecznie pp. doktorom Ralskiemu i Strzemińskiemu za dobre rady i wiele życzliwości, okazanej mi w czasie wykonywania tej pracy.

Wykonano z zasiłku Funduszu Kultury Narodowej.

Z Zakładu Uprawy Roli i Roślin U. J. w Krakowie.

Summary.

In this study the author tries to ascertain the relationship between the composition of the organic matter of the soil, and the plant association covering this soil and forming its organic matter. The researches were carried out on mountain soils from the Tatra, from regions of a granitic and limestone formation, and partly on alpine soils from the neighbourhood of Mont Blanc.

The chief area of studies in the Tatra was the Valley of the Pięć Stawów Polskich, situated from 1700 to 2300 m. above sea-level.

The problem of the relation between soil acidity and vegetation forms the first part of the present paper. Field studies undertaken in the above mentioned Valley of the Pięć Stawów Polskich and comprising about a thousand determinations of soil acidity, showed the correlation between the soil acidity and the plant association. This is illustrated by table no I and the appended diagram, where the curves for six plant associations are given: *Pinetum mughi*, *Nardetum strictae*, *Calamagrostidetum villosae*.

sae, *Trifidi-Distichetum*, *Luzuletum spadiceae* and *Festucetum pictae*. As far as soil acidity is concerned the association *Pinetum mughi* occupies a special position. Its pH in its lowest limit reaches 3,2 and its greatest frequency is contained between 3,7 and 3,9 pH.

In studying the chemical composition of the organic matter of the soil, Wachsmans method was used (though with certain modifications).

After determination of the organic carbon in the soil (chromic acid method) and the total nitrogen, the author discusses the question of the relation C:N. In cultivated soils this quotient is about 10:1, whereas the soils studied show a fluctuation of from 34:1 to 9,7:1 (table III s. page 14). This wider relation is no doubt connected with the low annual temperature and the high rainfall (Jenny 1929) as well as the high acidity of the soil. This phenomenon may be explained by the fact that free nitrogen is not assimilated in mountain soils because of their high acidity, and also for the same reason, by the specific development of the microflora, where the chief role is played not by bacteria but by fungi reconstructing in their organisms little protein and many hemicelluloses.

Studying the chemical composition of the organic matter of the soil, a division into the following fractions was accepted: ether extract, alcohol extract, hemicelluloses, celluloses, protein and the lignin-humus complex. Taking into consideration the fact, that these components have a different carbon percentage, for instance fats, wax, resin about 75%, and hemicelluloses 44% C, the total carbon in the soil was taken as a basis for the estimates, and the carbon of the components was calculated according to this basis (see table IV, p. 19). From this estimate was obtained the percentage of the different components in the soil. Their total gives the percentage of the organic matter in the soil (see table V, p. 20). Table VI gives the comparison of this real content of organic matter (the sum of the components) and organic matter obtained by multiplying the total carbon by the generally accepted factor 1,724. As may be seen this second value is too low. The difference reaches 10%. It is therefore clear, that this generally accepted factor is too low, and for the soils in question it is about 1,84.

The chemical composition of the organic matter of the soil obtained after recalculating the different components in the percentage of their total is given on table VII (see p. 23). The larger content of hemicelluloses (11, 6—29, 9%) as compared with the celluloses is striking. According to the author this is the result of the composition of the microflora of the soil, owing to which there remain in the soil secondary hemicelluloses at the expense of the vegetal celluloses, as the products of reconstruction in microorganisms. For comparison with the organic matter in the soil, the author examined the chemical composition of the vegetal substance of the plant associations (see table VIII, p. 26). The differences appear very distinctly. The amount of celluloses in plants is between 16,5 and 24,3%, that is several times greater than in the organic matter in the soil. The relation in the soil of hemicelluloses to celluloses is between 4:1 and 10:1, while in planting it is more or low 2:1.

The protein content in the organic matter of the soil is far greater than in plants.

From the comparison of the differences appearing between soils from under different plant associations, it is evident, that with regard to the chemical composition of the organic matter, soils from under *Pinetum mughi* are the most remarkable. The same was the case with the relation C:N and the acidity. They show the smallest content of hemicelluloses; their relation to the celluloses is much stricter than in other soils, and also the protein content is remarkably small. On the other hand the lignin-humus complex is strikingly cumulated in them. It seems very probable that the *Pinetum mughi* association produces its own microclimate, favourable for such formation of the organic matter in the soil.

In order to obtain a comparison of Tatra soils with other mountain soils, some Alpine soils from granitic rocks from the region of Mont Blanc were examined. They were taken from the height of 2000—3000 m. above sea-level and only from strictly defined plant association. They do not fundamentally differ from Tatra soils — they are of the same type (see table IX and X, p. 32, 33). They also show a great conformity and uniformity in the composition of the organic matter, irrespective of the plant association growing on them. Evidently the effect of the climate

in these regions is so marked, that it does not admit of the formation of microclimates, so that even *Rhodoretum ferruginei*, corresponding to the *Pinetum mughi*, does not produce it at all.

Like the above mentioned soils from granitic rocks, soils from limestone from the Tatra were examined (s. table XI and XII, p. 34). Here the differences between the various plant associations, as well as within a single plant association (*Pinetum mughi*) are very distinct. These differences however, arise from the influence of distinctly different conditions of position, and therefore also of the physical conditions of the soil, rather than of the influence of the plant associations themselves. A characteristic feature of the organic matter of soils from limestone is a much smaller amount of bituminous material (bensol-alcohol extract) than was observed in soils from granite parent-rocks. This seems to point to the existence of a relationship between the soil acidity and the bitumina content in the organic matter.

This supposition is confirmed by one of the granitic soils distinguished with a low degree of acidity and a small content of alcohol-ether extract (see table VII, p. 23).

On the basis of these studies the author reaches the conclusion, that no direct influence, or only to a slight degree is exercised by plant associations, in virtue of their chemical composition, on the chemical composition of the organic matter of the soil. If in spite of this there arise in this composition certain characteristic differences, dependent on the plant associations, it is only when the local conditions admit the formation of specific microclimates. It is therefore probable, that climate is the chief factor in the formation of the organic matter of the soil.

Literatura.

1. Braun-Blanquet. Zentralalpen und Tatra, eine pflanzensoziologische Parallele (1930).
2. Braun-Blanquet und Jenny. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung (1926).
3. Bertrand. Guide pour les manipulations de chimie biologique (1910).
4. Barral E. Précis d'analyse chimique biologique générale.
5. Czapek. Biochemie der Pflanzen (1913).
6. Dean A. L. Nitrogen and organic matter in Hawaiian pineapple soils (Soil Sc. 1930. 30. 5).

7. Fuchs W. *Chemie des Lignins* (1926).
8. Gądomski A. *Morfologia glacialna północnych stoków Tatr Wysokich* (1926).
9. Hilmer A. *Die Löslichkeit von Lignin in Phenolen* (Cellulosechemie 1925).
10. Jenny H. *Hochgebirgsböden* (Handbuch der Bodenkunde 3,96).
11. Jenny H. *Relation of Temperature to the Amount of Nitrogen in Soil* (Soil Sc. 1929. 27. 3).
12. Jenny H. *Soil organic matter — temperature relationship in the eastern United States* (Soil Sc. 1931. 31. 4).
13. Jensen H. L. *The fungus flora of the soil* (Soil Sc. 1931. 31. 2).
14. Kostytschew S. *Lehrbuch der Pflanzenphysiologie*.
15. Lunt H. A. *The carbon — organic matter factor in forest soil humus* (Soil Sc. 1931. 32. 1).
16. Leighty W. R. and Shorey E. C. *Some carbon nitrogen relations in soils* (Soil Sc. 1930. 30. 4).
17. Leszczycki S. *Badania nad opadami Tatr wysokich* (Wiad. Meteor. i Hydr. 1931).
18. Maiwald K. *Organische Bestandteile des Bodens* (Handbuch der Bodenlehre VII. 1931).
19. Mc Lean W. *The carbon nitrogen ratio of soil organic matter* (Jour. of agric. Sc. 1930. 20. 348).
20. Nemec A. *Untersuchungen über die chemischen Veränderungen der organischen Substanzen bei der natürlichen Zersetzung der Humusaufgaben in Wäldern* (Zeitschr. f. Pfl. Düngung und Boden. 1930. 18. 63).
21. Oden S. *Die Huminsäuren* (1919).
22. Pawłowski B., Sokołowski M., Wallisch K. *Zespoły roślin w Tatrach. Część VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka* (1928).
23. Pater K. *Das Verhältnis C/N in verschiedenen ungarischen Böden* (Com. ren. de la deux. com. de l'ass. intern. de la science du sol. 204).
24. Phillips M., Weiche H. D. and Smith N. R. *The Decomposition of lignified materials by soil microorganisms* (Soil Sc. 1930. 30. 5).
25. Powers W. L. and Lewis R. D. *Nitrogen and organic matter as related to soil productivity* (Jour. of Amer. Soc. of Agron. 1930. 22. 825).
26. Russel C. and Mc Ruer W. G. *The relation of organic matter and nitrogen content to the series and type in virgin grassland soil* (Soil Sc. 1927. 24. 421).
27. Russel sir J. *Soil conditions — plant growth* (1932).
28. Read J. W. and Ridgell R. H. *On the use of the conventional carbon factor in estimating soil organic matter* (1922. 13. 1. Soil Sc.).
29. Read J. W. *Practical significance of the organic carbon nitrogen ratio in soil* (Soil Sc. 1921. 12. 491).
30. Schollenberger. *Determination of Carbonates in soil* (Soil Sc. 1930. 30. 307).
31. Shorey, Lanthrop. *Pentosans in soil* (1910. Jour. Am. Chem. soc. 32. 1680).

32. Schuch F. Grundzüge der Bodenkunde (1930).
33. Smolik. Pedochemie hlavnich typu morawských pud (1928).
34. Springer U. Die Bestimmung der organischen, insbesondere der humifizierten Substanz in Böden (Zeit. Pfl. Düng. u. Boden 1928. XIII A. 313).
35. Swederski W. Studja nad glebami górskimi w Karpatach Wschodnich. Część I. — Gleby północno-zachodniej części pasma Czarnohory.
36. Swederski W. Część II. Stężenie jonów wodorowych w glebach połonin wschodniokarpackich (Pam. Państw. Inst. Gosp. Wiejsk. w Puławach 1931. XII).
37. Stadnikoff G. Neuere Torfchemie (1930).
38. Szafer W., Pawłowski B. i Kulczyński S. Zespoły roślin w Tatrach. Część I. Zespoły roślin w Dolinie Chochołowskiej (1927).
39. Schmidt E. G., Peterson W. and Fred E. B. The destruction of pentosans by mold and other microorganisms (Soil Sc. 1923. 15).
40. Tenney F. G. and Waksman S. A. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil: IV. The nature and rapidity of decomposition of the various organic complexes in different plant materials, under aerobic conditions (Soil Sc. 1929. 28. 1).
41. Tenney F. G. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil: V. Decomposition of various chemical constituents in plant materials under anaerobic conditions (Soil Sc. 1930. 30. 143).
42. Terlikowski, Sozański, Gojow. C/N stosunek w próchnicznych warstwach gleby (Rocz. Nauk Rol. Leś. 1931. 27. 1).
43. Tokarski. Petrografia (1928).
44. Waksman S. A. and Stevens K. R. Contribution to the chemical composition of peat: I. Chemical nature of organic complexes in peat and methods of analysis (Soil Sc. 1928. 26. 113).
45. Waksman S. A. and Tanney F. G. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil: III. The influence of nature of plant upon the rapidity of its decomposition (Soil Sc. 1928. 26. 155).
46. Waksman S. A. and Tenney F. G. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil: I. Methods of quantitative analysis of plant materials (Soil Sc. 1927. 24. 275).
47. Waksman S. A. and Stevens K. R. A critical study of the methods for determining the nature and abundance of soil organic matter (Soil Sc. 1930. 30. 97).
48. Waksman S. A. Chemische und mikrobiologische Vorgänge bei der Zersetzung pflanzlicher Rückstände im Boden (Zeit. Pfl. Düng. und Boden).
49. Wiegner. Anleitung zum quantitativen agriculturchemischen Practicum (1926).
50. Włodek und Strzemiński. Untersuchung über die Beziehungen zwischen den Pflanzenassoziationen und der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in den Böden des Chochołowska-Tales (Tatra-Polen). (Bul. de l'Ac. Pol. Sc. et Lettres 1924. Crac. 1925. 787).
51. Włodek J. Bericht über chemische Untersuchungen der Tatra-Böden bezüglich ihrer Beziehungen zu den Pflanzengesellschaften (1928).

52. Włodek J., Strzemiński K. i Ralski E. Untersuchung über die Böden der Mischassoziationen im Gebiete der Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry (Tatragebierge). (Bul. Ac. Polon. Scien. et Lettres 1931).

53. Włodek J. i Mościcki K. Przyczynki do poznania gleb tatrzańskich (Rocz. Nauk Rol. i Leś. t. XIX. 1928).

54. Włodek J. i Ralski E. Dalsze badania nad kwasotą gleb tatrzańskich (Spraw. Kom. Fiz. Pol. Ak. Um. t. LXIII. 1928).

55. Ziemięcka J. Rozkład pentozanów przez mikroorganizmy gleby (Rocz. Nauk Rol. i Leś. 1931. XXV. 2—3).



TREŚĆ.

	Str
Wstęp	1
Gleby na podłożu krystalicznym.	
I. Gleby tatrzańskie	1
Odczyn gleby i związek jego z występowaniem zespołów roślin	4
Skład materji organicznej gleb	10
Skład chemiczny substancji roślinnej zespołów roślinnych	28
II. Gleby alpejskie	31
Gleby z podłoża wapiennego	33
Gleby łąkowe nizinne	36
Wnioski	37
Streszczenie głównych wyników	38
Summary	40
Literatura	43

Nr 6. Tadeusz Marciniak: Uwagi do unerwienia i morfologii krótkiej głowy mięśnia dwugłowego uda u człowieka . . .	1—
Nr 7. Tadeusz Marciniak: O unerwieniu poprzecznego mięśnia podbródka i o odmianach tego mięśnia u człowieka . . .	150
Nr 8. Tadeusz Marciniak: O tak zwanem wstępowaniu rdzenia kręgowego u płodów ludzkich	2—
Nr 9. St. Snieszko: Wpływ koncentracji jonów wodorowych w pożywce na wzrost bakterij brodawkowych z fasoli, koni- czu czerwonego, grochu ogrodowego i wyki zimowej . . .	150

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności.
Ogólnego zbioru tom 69. Dział A i B. (Serja III. Tom 29 A i B).

Dz. B. Nr 1. K. Wodziecki: Unaczynienie narośli skórnych głowy ptaków . . .	450
Nr 2. Z. Szantoch: Histogeneza zwojów nerwowych serca . .	4—
Nr 3. Władysław Szafer: Element górski we florze niżu polskiego . . .	10—
Nr 4. Stefan Macko: Badania nad geograficznym rozmieszcze- niem i biologją azalji pontyjskiej w Polsce	4—
Nr 5. Katarzyna Kleistówna: Badania nad zespołami roślin- ności torfowisk obszaru wydmowego prawego brzegu Wisły pod Warszawą	440
Nr 6. Czesław Penkacki: Badania nad występowaniem robaków pasorzytniczych w jelicie psa	2—
Nr 7. Leopold Ejsmont: O dwóch rodzajach <i>Schistosomatidae</i> z ptaków	050
Nr 8. Irena Turowska: Badania nad warunkami życia bakterij żelazistych	2—
Nr 9. Rudolf Wilczek: Spis mchów Czarnohory	2—
Nr 10. January Kołodziejczyk: Ks. Krzysztof Kluk	7—

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności.
Ogólnego zbioru tom 70. Dział A i B. (Serja III. Tom 30 A i B).

Dz. B. Nr 1. Drugi nosorożec z warstw dyluwjalnych Staruni oraz cha- rakter jego otoczenia	5—
Nr 2. Jan Zaćwilichowski: Unerwienie skrzydeł owadów . .	8—
Nr 3. Emil Chroboczek: Badania nad dziedziczeniem niektórych cech u pszenicy	350
Nr 4. J. Jodłowski: O budowie histologicznej gruczołów przed- nych larw mrówek	150
Nr 5. Kazimierz Sembrat: Badania cytologiczne nad struktu- rami plazmatycznymi podczas gametogenezy wypławków <i>Den- drocoelum lacteum</i> Müll. i <i>Planaria gonocephala</i> Dug., ze specjalnem uwzględnieniem aparatu Golgi'ego oraz wakuomu . . .	6—
Nr 6. M. Ramułt: Z badań nad fauną wioślarek (<i>Cladocera</i>) Pomorza	7—

Rozprawy Wydziału matemat.-przyrodn. Polskiej Akademji Umiejętności
Ogólnego zbioru tom 71. Dział A i B. (Serja III. Tom 31 A i B).

Dz. B. Nr 1. St. Smreczyński: Badania embriologiczne nad rozwojem głowy omarlicy <i>Sipha obscura</i> L. (<i>Coleoptera</i>)	150
---	-----

Nr 1. — Edward Ralski: Hale i łąki Pilska w Beskidzie Zachodnim	6—
Nr 2. — M. Wodzicka. Mapa odczynu gleb Gospodarstwa Doświadczalnego Uniw. Jagiell. w Mydlnikach	3—
Nr 3. — Marjan Nowiński. Roślinność i znaczenie dla rolnictwa torfowisk niskich z okolic ujścia Wisłoka do Sanu, w południowo-wschodniej części dawnej puszczy Sandomierskiej	12—
Nr 4. — Edward Ralski: Łąki, polany i hale pasma Babiej Góry	5—
Nr 5. — Stanisław Sokołowski: Prace biometryczne nad rasami sosny zwyczajnej (<i>Pinus Silvestris</i>) na ziemiach Polski	6—
Nr 6. — Listowski Anatol: Odmiany ziemniaków	5—

Podręczniki:

Adametz L. Hodowla ogólna zwierząt domowych, z niemieckiego rękopisu przełożył Zdz. Zabielski	6—
Anatomja człowieka Tom I — opracował A. Bochenek oprawn.	12—
Anatomja człowieka Tom II — opracowali A. Bochenek i St. Ciechanowski	12—
Anatomja człowieka Tom III — opracowali A. Bochenek i St. Ciechanowski	8—
Anatomja człowieka Tom IV. Część II (Nerwy obwodowe — Oko — Półkoki zewnętrzne) — opracowali E. Loth, Fr. Krzyształowicz i K. Majewski	8—
Anatomja człowieka Tom IV. Część III (Ucho) — opracował J. Markowski	5—
Hoyer H. Anatomja porównawcza zwierząt domowych (z licznymi rycinami)	6—
Klecki K. Patologia ogólna. Tom I.	20—
Kozak J. i Orzelski T. Ćwiczenia z zakresu chemji ogólnej (z rycinami)	5—
Marchlewski L. Podręcznik do badań fizjologiczno-chemicznych	6—
Maziarski St. Podręcznik do ćwiczeń histologicznych	6—
Oszacki A. Choroby przemiany materji i energii u człowieka. Podstawy nauki o metabolizmie. Fizjopatologia tycia i chudnięcia. Kliniczne postacie otyłości i chudości	6—
Pisarski Tadeusz. Kamienie moczowe. Ich budowa i mechanizm powstawania	4—
Rosenblatt A. Geometria analityczna na płaszczyźnie (z rycinami)	6—
Zakrzewski K. O promieniotwórczości (z rycinami)	5—
Zaremba St. Zarys mechaniki teoretycznej. Tom I. Wiadomości pomocnicze i kinematyka	15—

