Wpływ niektórych związków koloidowych na pobieranie
azotanu amonu (NH_4NO_3) i fosforanu amonu $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$
przez korzenie roślin.

*Influence of some colloidal compounds on ammonium nitrate
and ammonium phosphate intake by plant roots.*

Józef Duda

I. Wstęp i przegląd literatury.

Sprawa wpływu czynnika dodatkowego, jakim w pracy niniejszej jest kilka związków natury koloidowej, na zjawisko przepuszczalności plazmy roślinnej dla poszczególnych soli mineralnych jest zagadnieniem złożonym. Trudność rozwikłania zagadnienia leży przede wszystkim w tym, że mechanizm pobierania tak związków organicznych jak i soli mineralnych nie jest dotychczas dostatecznie wyjaśniony. Zagadnieniu poświęcono dużą ilość prac, wyniki których bardzo często różne, doprowadziły autorów do stworzenia kilku teorii dotyczących istoty mechanizmu pobieralności, względnie przepuszczalności. I tak najstarszą z nich jest teoria lipoidalna Overtona (49). Istota jej w interpretacji autora polega na tym, że zdolność wnikania danego związku jest uzależniona od jego własności rozpuszczania się w związkach lipoidalnych, z których zbudowana jest błona plazmatyczna komórki. Dowodzenie swoje oparł na wynikach doświadczeń nad wnikaniem do komórki różnych barwików organicznych o budowie koloidowej. Stwierdził, że barwiki zasadowe, łatwo rozpuszczalne w cholesterynie przenikają szybciej, kwaśne natomiast, trudno rozpuszczalne, przenikają powoli. Według tego autora elektrolity, jako ciała w lipidach nie rozpuszczalne, nie są zdolne wniknąć do wnętrza komórki. Teorię Overtona modyfikuje Nathanson (21,22) (teoria mozaikowa) przyjmując, że błona plazmatyczna zbudowana jest w sposób mozaikowy z plazmy żywej oraz związków lipidowych. Układ ten jest zmienny, przez co przenikanie jest również odpowiednio regulowane.

W. Ruhland przeprowadzając badania nad przenikaniem tych samych związków co i Overton, doszedł do odmiennych wniosków (teoria ultrafiltrowa). (35, 36, 37). Przede wszystkim różne zachowanie się barwików zasadowych i kwaśnych względem plazmy komórkowej, tłumaczy ich własnością wchodzenia względnie niewchodzenia w reakcję z garbnikami komórki. Barwiki zasadowe wchodząc w reakcję z garbnikami tym samym zmniejszając swą koncentrację w soku komórkowym, utrzymują stały prąd dyfuzyjny z zewnątrz komórki do wnętrza. Barwiki kwaśne w reakcję z garbnikami nie wchodząc, szybko ustalają stan równowagi między koncentracją zewnętrzną i wewnętrzną. Teoria Ruhlanda o przenikaniu tak związków organicznych jak i soli mineralnych ogranicza się w swej istocie do stwierdzenia ścisłej zależności między wielkością cząsteczek ciała pobieranego a szybkością względnie zdolnością pobierania. Im cząsteczka mniejsza tem szybciej przez błonę plazmatyczną, mającą według Ruhlanda strukturę jakby ultrafiltru, przenika. Teorię swoją popiera wynikami doświadczeń nad przepuszczalnością plazmy u *Beggiatoa* mir. (Ruhland i Hofmann 38). Interpretację tę podziela również Draevert (1) i Schönfelder (41). Odnośnie przenikania elektrolitów poglądy Ruhlanda i zwolenników jego teorii są zgodne, mianowicie, że komórka może pobrać sole tylko w stanie molekularnym. Zdyssocjonowane cząsteczki, aczkolwiek bardzo małe, przez „ultrafilter“ nie przechodzą. Twierdzenie to trudno pogodzić z wynikami prac nad pobieraniem soli mineralnych uzyskanymi przez Moeviusa (50), Rippla (34), Pirschla i Mengdhela (32), Pirschla (31) oraz Kaho (8, 9), u których ilościowe pobranie jonów nie jest równoważne. Kaho, badając pobieranie jonów soli neutralnych, doszedł do następujących wniosków: Szybkość przenikania anionów jest różna, ale wykazuje prawidłowość według szeregu lyotropowego: $J > Br > NO_3 > Cl > winian > SO_4$. Najszybciej przenikają jodki, najwolniej siarczany. Przenikanie kationów zgodne jest z szeregiem Hofmeistra: $K > Na > Li > Mg > B > Ca$. Istota działania jonów na plazmę polega według Kaho na tem, że aniony mające względem plazmy własności peptyzujące zwiększają jej przepuszczalność. Wzrost własności peptyzowania układu się od SO_4 do J, z zachowaniem kolejności szeregu lyotropowego. Kationy natomiast działają na plazmę odwrotnie powodując odwodnienie i koagulację koloïdów plazmy, przez co zmniejszają jej stopień przepuszczalności. Własności koagulujące wzrastają u kationów od K do Ca, przyczem kolejność wzrastających własności zachowuje kolejność miejsc w szeregu Hofmeistra. Według tego więc autora zdolność przenika-

nia dla elektrolitów jest sumą algebraiczną przeciwnych własności jej jonów względem plazmy.

Dalszym ogniwem w badaniach nad mechanizmem przenikania jest stwierdzenie zjawiska wymiany jonów, jaka zachodzi między środowiskiem zewnętrznym a komórką. (Hoagland (6), Stoklasa (42), Lemańczyk (13), Niklewski, Krause, Lemańczyk (25). Jest to zdaniem autorów następstwo nierównomiernego pobrania anionów i kationów, a mające na celu przywrócenie równowagi elektrostatystycznej między roztworem wewnętrznym komórki a roztworem zewnętrznym. Istotnie w pracach B. Niklewskiego i współpracowników ilości wydzielonych jonów względnie kationów dokładnie równoważą nadmiar pobranych tychże przez komórkę. Podobną prawidłowość wykazał Stoklasa (42) oznaczając ilość wydzielonych kationów Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} w stosunku do nadmiaru pobranego kationu Al^{+++} .

Jak z powyższego wynika, poglądy na mechanizm pobierania czy ciał organicznych czy mineralnych nie są zgodne, często różnią się nawet diametralnie. Przypuszczać należy, że powodem tego jest pochopność formowania poglądu dla całości niezwykle złożonego zjawiska, jakim jest zagadnienie pobierania, na podstawie pewnej prawidłowości przebiegu jednego tylko zjawiska. Błąd ten popełnia np. Overton, bo badając tylko jedno zjawisko przenikania cząsteczek barwików do plazmy i znajdując zależność przenikania od zdolności rozpuszczania się barwików w ciałach lipoidowych komórki, doszedł do wniosku nie do przyjęcia, że elektrolity przez roślinę pobrane być nie mogą.

Drugą przyczyną jest metodyka pracy. Najczęściej stosowaną była metoda plazmolityczna. Posługiwali się nią w swych pracach z pewnymi wariantami Lepeszkina (14), Hoflera (7), Fitting (2,3). Jako obiektu doświadczalnego używali wyizolowanych komórek względnie grup komórek roślinnych i poddawali je zjawisku plazmolizy. Z szybkości przebiegu zjawiska pod działaniem danego „plasmoliticum“ względem którego badali zjawisko przepuszczalności oraz z szybkości cofania się plazmolizy (deplazmoliza) określali ilość i szybkość przenikania danego ciała do komórki. Meurer (20) zjawisko przepuszczalności badał używając jako obiektu doświadczalnego wyizolowanych w postaci małych krążków części korzenia *Beta vulgaris* i *Daucus carota*. Z analiz soku dokonanych przed doświadczeniem i po doświadczeniu określał ilość pobranej soli. Inni jeszcze jak np. Osterhout (29) badania przeprowadzał przy pomocy me-

tody elektrycznej określając stężenie jonów pobranej soli przez komórki glonu *Laminaria* z różnej wartości przewodnictwa elektrycznego.

Istotnym błędem tych metod jest ich abstrakcyjność. Procesy fizjologiczne są harmonijną czynnością całego organizmu, badane więc na częściach roślin oderwanych od organizmu macierzystego mogą wykazać duże zaburzenia w prawidłowości normalnego przebiegu. Ponadto zjawisko pobierania związków pokarmowych przez roślinę wyższą jest w warunkach naturalnych ograniczone do ściśle funkcjonalnej tkanki, jaką w danym wypadku jest tkanka absorbcyjna z włosnikami. Jest rzeczą wątpliwą, czy badanie tych zjawisk na tkankach innych jak np. tkance okrywającej mającej całkiem inne przystosowanie anatomiczne z uwagi na ściśle określone funkcje fizjologiczne w organizmie, da nam taką samą prawidłowość przebiegu procesu pobierania, jaką stwierdzilibyśmy używając w doświadczeniu tkanki chłonnej. Podobnie trudno uogólniać stwierdzone prawidłowości na organizmach niższych jak np. w badaniach Ruhlana i Hoffmanna (38) przeprowadzonych na *Beggiatoa mirabilis*, bo szczególnie przytoczony organizm anatomicznie jak i fizjologicznie daleko odbiega od roślin wyższych.

Metodom powyższym przeciwstawić można metodę kultur wodnych Pantanelliego (30). Metoda ta spełnia ważne warunki, a mianowicie: 1) obiektem doświadczalnym jest cały organizm roślinny, 2) zjawisko pobierania zachodzi w tkance chłonnej, 3) doświadczenie odbywa się w warunkach zbliżonych do naturalnych warunków życia rośliny. Przeprowadzając doświadczenie w dobrze wyposażonej szklarni, mamy możliwość stwarzania optymalnych czynników wegetacyjnych jak światło, temperatura, wilgotność jak i drogą przewietrzania słoju dostarczamy roślinie dostatecznych ilości tlenu.

Wprawdzie i względem tej metody istnieją uzasadnione zastrzeżenia. Mianowicie działając na tkankę chłonną roztworem jednej soli a nie roztworem zbalansowanym, stwarzamy środowisko sztuczne, w którym roślina przebywając czas dłuższy reagować będzie patologicznie. Sprawę tą badali Pirschle i Mengdchel (32) stwierdzając różnice w pobraniu tej samej soli z roztworu jednej soli oraz zbalansowanego, różnice te jednak wystąpiły dopiero po 10 dniach. Zastrzeżenie to jest więc mało, względnie nieistotne w wypadku doświadczeń 48-godzinnych. Drugą niekorzystną okolicznością jest fakt, że z uwagi na konieczność wyeliminowania chociażby śladów innych związków chemicznych znajdujących się w wodzie wodociągowej, używa się jako rozpuszczalnika wody podwójnie destylowanej, która jak

stwierdził Hansteen-Cranner (5) jest środowiskiem ujemnie oddziaływującym na plazmę roślinną.

Zależnością jaka zachodzi między ilościowym pobraniem soli mineralnych a dodatkowym czynnikiem, mniej się dotychczas zajmowano.

Wpływ światła na zwiększenie przepuszczalności plazmy dla soli mineralnych bada Fitting (2), Hoagland (6) stwierdzając wpływ dodatni, Tröndle natomiast, badając wpływ światła w zależności od czasu i natężenia stwierdza jego ujemny wpływ przy większym natężeniu i przez działanie przez dłuższy okres czasu.

Odnośnie zachowania się ciał koloidowych względem żywej komórki, to zajmowano się niemi z dwóch punktów widzenia. Jednym autorom jak Ruhlandowi (36, 37, 38), Draevertowi (1) chodzi o stwierdzenie przenikania ciał koloidowych do wnętrza komórki. Jako ciał koloidowych używano tylko barwików organicznych. Ich zachowanie się względem plazmy omówione było wyżej (str. 180). Natomiast Lemmermannowi i współpracownikom (14, 15) oraz Mengdhelowi (19) chodzi o stwierdzenie wpływu hydrosolu kwasu krzemowego na przepuszczalność plazmy dla związków mineralnych. Lemmermann stwierdził, że przy pewnych koncentracjach krzemionka zwiększa pobieranie P_2O_5 . W wypadku jednak niedomiaru kwasu fosforowego krzemionka go skutecznie w roślinie zastępuje. Analizy popielne jego kultur wykazały duże pobranie kwasu krzemowego. Na istotne jednak pytanie w jakiej postaci kwas krzemowy został pobrany, autor odpowiedzi nie daje. Wziąwszy pod uwagę wielkość cząsteczki hydrosolu kwasu krzemowego (49000 w/g Zsigmondi'ego) nieprawdopodobnym się wydaje, żeby tej wielkości cząsteczki mogły być pobrane przez komórkę roślinną. Przypuszczać raczej należy, że hydrosol kwasu krzemowego w roztworze wodnym przechodzi w wolny kwas krzemowy i ten dopiero przez roślinę zostaje pobrany. Mengdhel stwierdził duży wpływ hydrosolu krzemionki na rozwój grzyba *Aspergillus niger*. Analiza masy popielnej wykazała duże pobranie krzemu.

Co do wpływu koloidów żelaza na rozwój roślin, literatura jest bardzo skąpa. Jediną wskazówką są wyniki pracy Niklewskiego i Krausego (24), w której stwierdzono dodatni wpływ na rozwój rośliny w kulturach próbowkowych hydrosolu metawodorotlenku żelazowego. Autorzy istoty wpływu doszukują się w wymianie ładunków elektrycznych między cząsteczkami hydrosolu a plazmą roślinną. Możliwość przechodzenia żelaza ze stanu solu w stan jonowy nie była rozpatrywana.

Również mało badany był dotychczas wpływ koloidów organicznych a więc natury hydrofilnej. W powyżej przytoczonej pracy Niklewskiego i Krausego stwierdzono również dodatni wpływ skrobi danej do kultury w koncentracji 1—0,01% oraz agar-agaru w konc. 0,5—0,01%. Czy skrobia działa swą naturą koloidową na zwiększenie chłonności plazmy dla soli mineralnych, czy też ulegając ewentualnej hydrolizie pod działaniem wydzielin korzeniowych służy roślinie jako pokarm węglowy, nie stwierdzono.

Podobnie dodatni wpływ agar-agaru jaki stwierdzili Niklewski i Pestka (26) przy kulturach wyizolowanych końców korzeni nie jest ostatecznie wyjaśniony. Niklewski zjawisko tłumaczy tem, że agar-agar ma zdolność inaktywowania hormonów wzrostowych wytworzonych w korzeniach roślinnych. Ciała o takiej zdolności (również próchnica i wyciąg liści) nazywa Niklewską ciałami eufietycznymi. Fiedler (4) upatruje w środowisku agarowym lepszego bilansu tlenowego. Jest to o tyle niesłuszne, że o ile bilans ten może być lepszy w środowisku zestalonym agarem, to w środowisku o małej koncentracji agaru a więc płynnym, polepszenie warunków tlenowych nie następuje, nie mniej jednak wpływ agar-agaru i w niższych koncentracjach jest bardzo wyraźny.

Wpływem próchnicy oraz wyciągu gliny i obornika na wzrost roślin i zwiększenie sorbcji jonów soli mineralnych przez korzenie roślin zajmuje się od wielu lat Niklewski i współpracownicy. Pastewski (51) badał wpływ zawiesiny gliny i wyciągu obornika na pobieranie chlorku wapnia, Bystrzycki i Hause (52) wpływem tych samych czynników na pobieranie soli $MgCl_2$ i NH_4Cl . W wszystkich tych wypadkach substancje te działały dodatnio, zwiększając pobranie zarówno anionów jak i kationów. Przeprowadzone liczne doświadczenia nad rozwojem różnych roślin w kulturach wodnych jak i wazonowych z dodatkiem małych ilości próchnicy czy to danej w postaci humianów czy oczyszczonych kwasów próchnicznych powodowały znaczne przyrosty masy roślinnej (27). Charakterystycznym objawem zewnętrznym kultur próchnicznych była intensywniejsza zieleń tkanek asymilacyjnej.

Równocześnie prowadzone doświadczenia celem stwierdzenia zwiększenia pobrania jonów danej soli pod działaniem próchnicy, dały wyniki dodatnie. Doświadczenia te prowadzone metodą Pantaneliego przez Jacniackiego i Potockiego (27) z użyciem soli $(NH_4)_2HPO_4$ i $(NH_4)_2SO_4$ oraz Wojciechowskiego i Kuźdowicza (45) nad pobieraniem KNO_3 wykazały istotnie znacznie większe pobranie przy obecności pewnych małych ilości związków

próchnicznych. Ponadto stwierdzono, że wpływ próchnicy na zwiększenie zdolności sorbcyjnej tkanki chłonnej się utrwała. Wykazano to w ten sposób, że zanim przeniesiono roślinę do roztworu danej soli względem której badano jej własności sorbcyjne, działano na roślinę przez dwa dni pewną koncentracją próchnicy. Rośliny te wykazały większą zdolność sorbcyjną w porównaniu z roślinami, na które uprzednio próchnicą nie działano. Stwierdzenie tego faktu kazało przypuścić autorom, że pod wpływem próchnicy zachodzi stała zmiana struktury plazmatycznej.

Praca niniejsza, doświadczalnie wykonana w latach 1938 i 1939 w Zakładzie Fizjologii Roslin i Chemii Rolnej U. P. miała na celu dalsze pogłębienie zagadnienia wpływu ciał koloidowych na przepuszczalność plazmy dla jonów soli mineralnych. Przyjmując, że kwasy próchniczne znajdują się w stanie koloidowym, co potwierdzają badania ich natury fizyko-chemicznej (42), Niklewski i współpracownicy tłumaczą ich wpływ dodatni na sorbcję głównie ich naturą koloidową. Przez stwierdzenie więc analogicznych oddziaływań i innych związków koloidowych, przypuszczenie powyższe doznałoby potwierdzenia.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

a) Metodyka.

Każde doświadczenie przeprowadzono w trzech etapach:

- 1) Wyhodowanie materiału doświadczalnego.
- 2) Przeprowadzenie doświadczenia nad pobieraniem.
- 3) Analiza chemiczna.

ad 1) We wszystkich trzynastu doświadczeniach jako obiektu doświadczalnego użyto: w 8-miu doświadczeniach konopie (*Cannabis sativa*), w trzech sałaty (*Lactuca sativa*), oraz dyni (*Cucurbita Pepo*) w jednym doświadczeniu i len (*Linum usitatissimum*) również w jednym.

Nasiona powyższych roślin wykiełkowano w skrzyniach drewnianych wypełnionych wyjałowionym piaskiem. Po wyrośnięciu kiełka na długość 3—4 cm wyjmowano je z piasku, czyszczono z części mechanicznych strumieniem wody i przenoszono na słoje pojemności 1 litra wypełnione pożywką Pfeffera. Rośliny umieszczano w otworach krążka drewnianego sterylizowanego i parafinowanego. Słoje otaczano czarnym papierem celem wyeliminowania światła jako czynnika wzrostowego. Kultury przewietrzano dwa razy dziennie przy pomocy aspiratora. Wyparowane ilości wody uzupełniano wodą wodociągową. Co siedem dni pożywkę zmieniano. W tych warunkach rośliny wykazywały rozwój normalny i równy. Po trzech do czterech tygodniach przygotowane kultury użyto do doświadczenia.

ad 2) Tak przygotowane rośliny zredukowano ilościowo do stałej liczby dla danego gatunku (konopie 12, sałata 6, dynia 4, len 16) eliminując jednostki odbiegające od pewnej wartości średniej, płótkano wraz z krążkiem w szeregu krystalizatorów z wodą wodociągową, następnie dwukrotnie w wodzie destylowanej i przenoszono na zlewki o objętości 200 cm³ wypełnionych 1/50 roztworem soli NH_4NO_3 względnie $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. NH_4NO_3 użyto w doświadczeniu I, II, III, V, VI, VIII, X, XII, — $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ w doświadczeniu IV, VI, IX, XI i XIII. Do poszczególnych szeregów wprowadzano określone ilości bodźca, wpływ którego badano. Tak założone rośliny przenoszono do małej szklarenki, gdzie utrzymywano wyrównane warunki temperatury (24—28° C) i wilgotności. Po 43-miu godzinach doświadczenie likwidowano. Rośliny razem z krążkiem usuwano ze zlewki i oplukiwano w trzech kolejnych miseczkach porcelanowych wodą podwójnie destylowaną. Zawartość zlewki oraz popłuczyny przenoszono ilościowo do jenajskich kolb miarowych pojemności 0,5 litra

i uzupełniano wodą destylowaną do pojemności 0,5 litra. Uzyskany roztwór analizowano na drodze chemicznej. Części korzeniowe roślin obcinano i wysuszano do stałej wagi i ważono na wadze analitycznej. Wartość ta potrzebna jest przy przeliczaniu ilości pobranych jonów w stosunku do przyjętej wielkości suchej masy.

Jako związków koloidowych, których wpływ na zwiększenie sorpcji jonów soli mineralnych badano, użyto:

a) Do doświadczenia I, II, III, IV, kwasów próchnicznych. Przygotowano je w sposób następujący: Pewną ilość torfu niskiego poddano sedimentacji na drodze mokrej, część czarną więcej jednorodną odłączono i zadano kilkakrotnie 1% -wym HCl celem wymycia związków mineralnych. Po wymyciu osadu z chloru wodą destylowaną, zbierano przesącz barwy brązowo czerwonej. Kilka tak uzyskanych frakcji wymieszano i poddano badaniu. Roztwór nie wykazał obecności związków mineralnych. Próba na obecność żelaza ujemna. Roztwór badany w polu ultramikroskopu przedstawia się jako sol polidispersoidalny z nieznaczną domieszką cząsteczek skoagulowanych. W świetle przechodzącym daje słaby efekt Tyndalla. Obecności azotu nie wykryto. W 100 cm³ roztworu oznaczono 18,6 mg suchej masy.

b) Do doświadczenia V, VI i VII-go użyto jako ciała koloidowego agar-agaru w stanie sproszkowanym (Kahlbaum pro anal.).

c) Do doświadczenia VIII i IX-go użyto skrobi (Amylum nach Sørensen Kahlbaum).

d) Do doświadczenia X i XI-go użyto koloidowego roztworu metawodorotlenku żelazowego, pochodzącego z Zakładu Chemii Nieorganicznej U. P. Roztwór standardowy zawierał 578,5 mg suchej masy w objętości 100 cm³.

e) Do doświadczenia XII i XIII-go użyto hydrosolu krzemionki. Sporządzono go ściśle według metody Grahama (R. Zsigmondy, Kolloidchemie, Leipzig 1927, Bd. II, str. 64 i nast.). Roztwór macierzysty zawierał w 100 cm³ 270 mg stałych części. Hydrosol kwasu krzemowego w koncentracji poniżej 1% jest układem stałym nie podlegającym nawet w ciągu lat procesowi starzenia (48).

ad 3) Analiza chemiczna i obliczenia.

Analizy chemiczne roztworów przeprowadzono na drodze kolorymetrycznej przy użyciu kolorymetru Leitza systemu „Leifo“. Reakcję barwną azotanów otrzymywano kwasem siarkowym i brucyną (45), fosforanów przy pomocy reakcji z chlorkiem cynawym (47), amonu przy pomocy reakcji z odczynnikiem Nesslera.

Obliczeń dokonano za pomocą krzywej będącej funkcją pewnych ściśle określonych koncentracji danych kationów czy anionów badanych soli, oraz tzw. modułów ekstynkcji, tj. liczb niemiianowanych uzyskanych z pomiaru stężeń odpowiedniego roztworu.

b) Wpływ kwasów próchnicznych na pobieranie NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

b) The influence of humic acid on the absorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Doświadczenie I — Experiment I

Doświadczenie założone 28.VI.1938. Roślina: konopie (*Cannabis sativa*). Czas trwania doświadczenia 48 godzin. Roztwór próchnicy zawierał w 100 cm^3 18,6 mg suchej masy. Rośliny wyhodowano na poz. Pfeffera.

Tabela I. Table I.

Szereg — Nr	Roztwór badanych soli Solution of salt $\frac{1}{50} n \text{ NH}_4 \text{ NO}_3$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH ₄ ⁺ — 72,1 mg NO ₃ ⁻ — 248,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted par 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalents relation NH ₄ ⁺ : NO ₃ ⁻	pH na początku: pH at the beginning = 6,4 na końcu: at the end:
			NH ₄ mg	NO ₃ mg	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	NH ₄ NO ₃	100,0	13,7	36,0	0,76	0,58	1,31	6,8
		111,4	13,6	36,4	0,76	0,59	1,28	6,4
		105,8	13,9	39,8	0,77	0,64	1,20	6,8
2	NH ₄ NO ₃ + 50 cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	100,7	23,5	62,6	1,30	1,00	1,30	6,2
		104,0	24,5	52,9	1,36	0,85	1,60	6,0
		102,4	21,1	56,6	1,17	0,91	1,28	6,5
3	NH ₄ NO ₃ + 25 cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	107,0	18,1	44,9	1,00	0,72	1,38	6,7
		130,0	16,2	42,7	0,90	0,69	1,30	6,8
		110,2	15,4	48,1	0,86	0,77	1,11	6,5
4	NH ₄ NO ₃ + 10 cm ³ kwa.ów próchnicznych humus solution	108,4	14,2	43,3	0,79	0,70	1,12	6,5
		106,2	19,9	55,6	1,10	0,89	1,23	6,7
		110,4	12,8	40,8	0,71	0,66	1,07	6,8

Tabela II. Pobranie średnie. Table II. Average absorption.

Szereg — Nr.	Dawki kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humus solution in cm^3	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	NO_3^-
1	—	13,7	37,4
2	50 cm^3	23,0	57,3
3	25 cm^3	16,6	45,2
4	10 cm^3	15,6	46,5

D o s w i a d c z e n i e II. — Experiment II.

Doświadczenie założono 5. 7. 1938 r. Roślina: dynia (*Cucurbita Pepo*).Czas trwania doświadczenia 48 godz. Roztwór próchnicy zawierał w 100 cm³ 18,6 mg suchej masy. Rośliny wyhodowane na poź. Pfeffera.

T a b e l a I. — T a b l e I.

Szereg-Nr	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{50}n$ NH_4NO_3 zawiera 200 cm ³ cont. ins in 200 cm ³ NH_4^+ — 72,1 mg NO_3^- — 248,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of root in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $NH_4^+ : NO_3^-$	pH na początku: pH at the beginning—6,4 na końcu: at the end:
			NH_4^+ mg	NO_3^- mg	NH_4^+ mg	NO_3^- mg		
1	NH_4NO_3	155	13,5	42,6	0,76	0,68	1,10	6,1
		193	13,4	39,9	0,74	0,64	1,15	6,3
		175	9,7	27,4	0,53	0,44	1,20	6,3
2	$NH_4NO_3 + 50$ cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	150	20,0	68,7	1,11	1,10	1,00	5,9
		205	16,9	49,0	0,94	0,69	1,36	5,9
		175	18,6	56,0	1,03	0,90	1,14	6,1
3	$NH_4NO_3 + 25$ cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	182	16,3	48,6	0,91	0,78	1,16	5,8
		159	16,7	56,9	0,93	0,92	1,01	6,0
		185	16,2	55,7	0,90	1,00	1,00	6,3
4	$NH_4NO_3 + 10$ cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	170	14,4	51,7	0,82	0,83	0,98	5,9
		186	15,3	45,7	0,85	0,74	1,14	5,9
		175	15,4	45,1	0,86	0,73	1,17	6,1

T a b e l a II. Pobranie średnie. T a b l e II. Average absorption.

Szereg No	Dawki kwasów próchni- czych w cm Doses of humus solution in cm ³	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	NO_3^-
1	—	12,2	36,6
2	50 cm ³	18,5	57,9
3	25 cm ³	16,4	53,7
4	10 cm ³	15,1	47,5

D o ś w i a d c z e n i e III, — Experiment III.

Doświadczenie założono 16. VII 1938 r. Roślina: Sałata (*Lactuca sativa*). Czas trwania doświadczenia 48 godz. Roztwór próchnicy zawierał w 100 cm³ 18,7 mg suchej masy. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera.

Tabela I. Table I.

Szereg-Nr	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{50n}$ NH ₄ NO ₃ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH ₄ — 72,1 mg NO ₃ — 248,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczo- na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation NH ₄ : NO ₃	pH na początku: pH at the beginning: 6,4 na końcu: at the end:
			NH ₄ mg	NO ₃ mg	NH ₄ mg	NO ₃ mg		
1	NH ₄ NO ₃	195,0	3,4	9,7	0,18	0,16	1,12	6,2
		191,0	4,4	8,6	0,24	0,14	1,71	6,1
		108,5	4,9	10,9	0,27	0,18	1,56	6,0
2	NH ₄ NO ₃ + 50 cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	125,0	6,2	15,8	0,34	0,25	1,37	6,2
		132,0	6,1	12,3	0,34	0,20	1,70	6,3
		104,5	6,9	14,1	0,38	0,23	1,65	6,3
3	NH ₄ NO ₃ + 25 cm ³ kwasów próchnicznych humus solution	192,0	5,9	15,6	0,38	0,25	1,31	6,5
		115,0	5,5	12,6	0,31	0,20	1,55	6,5
		173,0	7,3	15,6	0,40	0,25	1,60	6,2

Tabela II. Pobranie średnie. Table II. Average absorption.

Szereg-Nr	Dawki kwasów próchni- cznych w cm ³ Doses of humus solution in cm ³	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH ₄	NO ₃
1	—	4,2	9,7
2	50 cm ³	6,4	14,4
3	25 cm ³	6,2	14,6

Doświadczenie IV. — Experiment IV.

Doświadczenie założono 10.VI.1939 r. Roślina: Konopie (*Cannabis sativa*).
Czas trwania doświadczenia 48 godz. Roztwór próchnicy zawierał w 100 cm³
18,6 mg suchej masy. Rośliny wyhodowano na poź. Pfeffera.

T a b e l a I. Table I.

Szereg — Nr.	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{100}$ mol $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4^+ — 72,1 mg $\text{HPO}_4^{''}$ — 192,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{HPO}_4^{''}$	pH na początku: pH at the beginning: 6,2 na końcu: at the end:
			NH_4^+ mg	$\text{HPO}_4^{''}$ mg	NH_4^+	$\text{HPO}_4^{''}$		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	90,5	13,3	9,3	0,74	0,19	3,90	6,4
		88,0	14,6	10,1	0,81	0,21	3,90	6,8
		92,2	12,5	7,8	0,69	0,16	4,31	6,5
2	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 50 \text{ cm}^3$ kwasów próchnicznych humus solution	88,2	19,1	13,9	1,06	0,29	3,65	7,0
		85,0	20,1	14,0	1,11	0,29	3,85	6,5
		84,9	17,9	13,5	0,99	0,28	3,54	6,8
3	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 25 \text{ cm}^3$ kwasów próchnicznych humus solution	88,2	15,2	10,7	0,84	0,22	3,81	7,2
		80,8	19,6	13,1	1,09	0,27	4,03	7,0
		95,0	14,6	10,3	0,81	0,21	3,86	6,8
4	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 10 \text{ cm}^3$ kwasów próchnicznych humus solution	82,8	16,6	12,1	0,92	0,25	3,70	7,2
		87,4	15,1	10,5	0,84	0,22	3,82	7,0
		84,0	15,4	10,7	0,86	0,22	3,90	6,8

T a b e l a II. Pobranie średnie. Table II. Average absorption.

Szereg — Nr.	Dawki kwasów próchni- cznych w cm ³ Doses of humus solution in cm ³	Pobranie ionów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	$\text{HPO}_4^{''}$
1	—	13,5	9,1
2	50 cm ³	19,0	13,8
3	25 cm ³	16,8	11,4
4	10 cm ³	15,7	11,1

C. Wpływ agar-agaru na pobieranie soli NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ The influence of agar-agar on the absorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

D o ś w i a d c z e n i e V. — Experiment V.

Doświadczenie założono 5.VIII 1938 r. Roślina: konopie (*Cannabis sativa*).
Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowane na pożywce Pfeffera.
Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

T a b l i c a I. — T a b l e I.

Szereg—No.	Roztwór badanej soli Salution of salt $\frac{1}{50}$ NH_4NO_3 zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4^+ — 72,1 mg NO_3^- — 248,1 mg	sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$	pH na początku the beginning = 6,4 at pH na końcu; — at the end;
			NH_4^+ mg	NO_3^- mg	$\text{NH}_4^+ \cdot \text{NO}_3^-$ równoważ- niki mg equivalents			
1	NH_4NO_3	93,5	15,5	56,2	0,86	0,91	0,94	7,4
		95,4	15,2	54,6	0,84	0,88	0,95	7,0
		100,5	19,2	59,5	1,10	0,96	1,15	7,0
2	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 250$ mg agar — agar	97,0	26,8	90,2	1,48	1,45	1,02	7,0
		104,0	28,8	85,6	1,60	1,38	1,15	6,2
		100,5	29,2	88,0	1,62	1,41	1,14	6,4
3	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 100$ mg agar — agar	95,4	26,2	83,8	1,45	1,35	1,07	6,5
		92,0	29,5	98,2	1,62	1,58	1,02	6,9
		98,5	24,9	89,3	1,38	1,44	0,96	7,0
4	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 50$ mg agar — agar	100,0	25,7	90,0	1,42	1,54	0,98	7,2
		98,0	25,1	90,0	1,39	1,45	0,96	7,4
		93,5	18,8	68,7	1,01	1,10	0,91	7,0

T a b e l a II. Pobranie średnie. — T a b l e II. Average absorption.

Szereg-No.	Dawki agar-agaru w mg Doses of agar-agar in mg	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	NO_3^-
1	—	16,6	56,7
2	250 mg	28,2	87,1
3	100 mg	26,9	90,4
4	50 mg	23,2	82,9

Doświadczenie VI. — Experiment VI.

Doświadczenie założono 12.VIII 1938 r. Roślina: len (*Linum usitatiss.*). Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera. Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

Tabela I. — Table I.

Szereg — No.	Roztwór badanej soli Solution of salt 1 50 n NH_4NO_3 zawiera w 200 cm^3 contains in 200 cm^3 NH_4 — 72,1 mg NO_3 — 248,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4 : \text{NO}_3$	pH na początku; pH at the beginning: 6,4 na końcu: — at the end:
			NH_4	NO_3	NH_4 NO_3			
					równoważ- niki mg equivalents			
	NH_4NO_3	72,0 69,5 67,4	18,5 13,9 16,4	61,8 55,7 59,3	1,02 0,77 1,02	1,00 0,90 0,96	1,02 0,86 1,06	6,8 6,4 6,5
2	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 250$ mg agar — agar	72,0 73,5 74,0	25,7 22,8 22,9	86,8 87,1 85,0	1,45 1,27 1,27	1,40 1,40 1,37	1,02 0,91 0,93	6,4 6,5 6,5
3	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 100$ mg agar — agar	70,0 67,3 72,4	23,1 23,6 21,8	85,7 84,0 72,7	1,29 1,31 1,21	1,38 1,35 1,17	0,93 0,97 1,08	6,4 6,8 6,8
4	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 50$ mg agar — agar	69,1 67,5 69,8	22,0 21,6 14,3	98,7 67,6 60,3	1,22 1,20 0,79	1,59 1,09 0,97	0,76 1,10 0,81	6,9 7,2 6,8

Tabela II. Pobranie średnie. Table II. Average absorption.

Szereg — Nr.	Dawki agar-agaru w mg Doses of agar-agar in mg	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4	NO_3
1	—	16,9	56,9
2	250 mg	23,5	86,3
3	100 mg	22,8	80,8
4	50 mg	19,8	75,5

D o ś w i a d c z e n i e VII. — Experiment VII.

Doświadczenie założone 25.VI.1939 r. Roślina: konopie (*Cannabis sativa*).
Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera.
Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

T a b e l a I. Table I.

Szereg — Nr	Roztwór badanej soli Salution of salt $\frac{1}{100}$ mol $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4^+ — 72,1 mg $\text{HPO}_4^{''}$ — 192,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie ionów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{H}_2\text{O}_4^{''}$	pH na początku : pH at the beginning : 6,2 na końcu : at the end :
			NH_4^+ mg	$\text{HP}^{''}4$ mg	$\text{NH}_4^+ : \text{HPO}_4^{''}$			
					równoważ- niki mg equivalents			
1	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	85,5	17,4	11,2	0,96	0,23	4,17	6,3
		90,4	13,8	9,8	0,77	0,20	3,90	6,5
		88,0	15,3	10,3	0,85	0,21	4,04	6,3
2	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 250$ mg agar — agar	90,2	22,6	14,6	1,25	0,30	4,15	6,0
		87,8	17,8	12,6	0,99	0,26	3,80	6,2
		91,4	23,4	15,7	1,30	0,33	3,93	6,0
3	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 100$ mg agar — agar	85,6	20,2	14,2	1,12	0,30	3,73	6,3
		88,0	21,8	14,5	1,17	0,30	3,90	6,2
		94,5	19,6	13,2	1,08	0,28	3,85	6,4
4	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 50$ mg agar — agar	88,5	20,0	13,9	1,11	0,29	3,83	6,0
		89,2	17,5	11,3	0,97	0,24	4,00	6,2
		87,4	16,2	11,3	0,90	0,24	3,75	6,2

T a b e l a II. Średnie pobranie. Table II. Average absorption.

Szereg — Nr	Dawki agar-agaru w mg Doses of agar-agar in mg	Pobranie ionów w mg obliczono na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	$\text{HPO}_4^{''}$
1	—	15,5	10,4
2	250 mg	21,2	14,3
3	100 mg	20,6	13,9
4	50 mg	17,9	12,1

d) Wpływ skrobi na pobieranie soli NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
 The influence of starch of the absorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

Doświadczenie VIII. — Experiment VIII.

Doświadczenie założono 17. VIII 1938 r. Roślina: konopie (*Cannabis sativa*).
 Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera.
 Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

Tabela I. Table I.

Szereg — Nr	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{500} \text{NH}_4\text{NO}_3$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH ₄ ⁺ — 72,1 mg NO ₃ ⁻ — 248,1 mg	Sucha masa korze- ri w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted par 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation NH ₄ ⁺ : NO ₃ ⁻	pH na początku: pH at the beginning: 6,4 na końcu: at the end:
			NH ₄ ⁺ mg	NO ₃ ⁻ mg	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	NH ₄ NO ₃	98,4	14,0	58,9	0,78	0,95	0,82	5,8
		100,5	11,1	67,2	0,62	1,08	0,57	6,0
		98,3	12,0	66,1	0,67	1,06	0,65	5,9
2	NH ₄ NO ₃ + 500 mg skrobi starch	88,5	28,0	113,0	1,55	1,82	0,85	6,8
		102,0	22,0	123,0	1,22	1,90	0,64	6,4
		98,4	16,7	106,6	0,93	1,78	0,52	6,4
3	NH ₄ NO ₃ + 250 mg skrobi starch	98,5	18,9	116,0	1,05	1,87	0,56	7,0
		105,4	21,1	113,0	1,17	1,82	0,64	6,8
		113,2	16,9	113,5	0,94	1,82	0,52	7,5
4	NH ₄ NO ₃ + 100 mg skrobi starch	102,0	14,4	78,4	0,80	1,26	0,63	7,2
		95,5	16,9	74,8	0,93	1,20	0,76	7,5
		98,0	19,7	102,3	1,09	1,65	0,66	7,0

Tabela II. Pobranie średnie. — Table II. Average absorption.

Szereg — Nr	Dawki skrobi w mg Doses of the starch	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	NO_3^-
1	—	12,4	64,1
2	500 mg	22,2	114,4
3	250 mg	19,0	114,1
4	100 mg	17,0	85,1

D o ś w i a d c z e n i a IX. — Experiment IX.

Doświadczenie założone 2. VII. 1939 r. Roślina: (*Canrabis sativa*) Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wychodowano na pożywce Pfeffera. Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

T a b e l a I. — Table I.

Szereg — Nr	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{100}$ mol $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ zawiera w 200 cm ₃ contains in 200 cm ₃ NH_4^+ — 72,1 mg HPO_4^{2-} — 192,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{HPO}_4^{2-}$	pH na początku; pH at the beginning: 6,2 na końcu: at the end:
			NH_4^+ mg	HPO_4^{2-} mg	NH_4^+	HPO_4^{2-}		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	82,5	19,8	13,2	1,10	0,26	4,23	6,8
		80,4	17,5	10,3	0,97	0,21	4,62	6,5
		85,3	18,5	12,8	1,02	0,27	3,78	6,5
2	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 500$ mg skrobi — starch	85,0	25,7	17,3	1,45	0,36	3,97	7,0
		81,0	24,9	18,1	1,38	0,38	3,65	7,0
		84,3	27,9	17,8	1,55	0,37	4,18	6,8
3	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 250$ mg skrobi — starch	80,2	29,9	19,1	1,66	0,40	4,15	6,5
		83,0	27,3	19,3	1,52	0,40	3,80	6,7
		82,8	29,7	21,0	1,61	0,44	3,75	6,7
4	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 100$ mg skrobi — starch	82,0	22,3	16,3	1,24	0,34	3,65	6,8
		84,5	24,1	17,1	1,34	0,36	3,72	6,5
		87,2	20,1	13,9	1,11	0,29	3,83	6,8

T a b e l a II. Pobranie średnie. — Table II. Average absorption.

Szereg — Nr	Dawki skrobi w mg Doses of the starch in mg	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 of dry mass of roots	
		NH_4^+	HPO_4^{2-}
1	—	18,6	12,1
2	500 mg	26,1	17,7
3	250 „	28,9	19,8
4	100 „	22,1	15,8

e) Wpływ hydrosolu meta-wodorotlenku żelazowego na pobieranie NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
 The influence of hydrosol of meta-iron hydroxyd on the absorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Doświadczenie X, — Experiment X,

Doświadczenie założono 18.IX.1938 r. Roślina: sałata (*Lactuca sativa*). Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera. Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

Tablica I. — Table I.

Szereg - No	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{50}$ n NH_4NO_3 zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4 —72,1 mg NO_3 —248,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted par 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation NH_4/NO_3	pH na początku pH at the beginning: 6,4 na końcu: at the end
			NH_4 mg	NO_3 mg	NH_4	NO_3		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	NH_4NO_3	232,4	7,8	15,5	0,43	0,25	1,70	6,2
		216,6	9,1	17,6	0,50	0,28	1,78	5,8
		244,2	9,2	21,1	0,51	0,34	1,50	6,0
2	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 20 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta-iron hy- droxyd	235,5	11,1	28,5	0,62	0,46	1,34	6,5
		232,3	10,3	23,6	0,60	0,38	1,56	6,2
		245,3	9,9	27,9	0,55	0,45	1,22	6,0
3	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 10 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta- iron hy- droxyd	222,0	11,3	31,3	0,65	0,40	1,26	6,2
		218,5	9,2	27,0	0,51	0,44	1,15	6,5
		240,1	10,7	25,8	0,59	0,42	1,40	6,0
4	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + 5 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta- iron hy- droxyd	220,4	9,3	22,9	0,52	0,37	1,40	5,7
		232,0	11,6	24,0	0,64	0,39	1,64	5,8
		228,0	10,3	21,5	0,57	0,35	1,62	6,2

Tabela II. Pobranie średnie. Table II Average absorption.

Szereg - No	Dawki meta-wodorotlenku żelazowego w cm ³ Doses of hydrosol of meta-iron hydroxyd in cm ³	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4	NO_3
1	—	8,7	18,1
2	20 cm ³	10,6	26,6
3	10 „	11,9	28,3
4	5 „	10,4	22,1

D o s w i a d c z e n i e X I Experiment XI

Doświadczenie założono 12 VII 1939 r. Rośliną: sałata (*Lactuca sativa*). Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wychowane na pożywce Pfeiffera. Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

T a b e l a I. — Table I.

Szereg - No	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{100}$ mol $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4^+ - 72,1 mg HPO_4^{--} - 192,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczane na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$	pH na początku pH at the beginning: 6,4 na końcu: at the end;
			NH_4^+ mg	HPO_4^{--} mg	$\frac{\text{NH}_4^+ \text{HPO}_4^{--}}{\text{równoważ-niki mgequivalents}}$			
1	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	328,0 310,0 300,5	7,1 8,9 9,4	5,1 5,8 6,1	0,39 0,49 0,52	0,11 0,14 0,13	3,54 3,51 4,10	6,0 6,0 5,8
2	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 20 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta-iron hydroxyd	318,2 335,4 332,5	12,1 12,8 12,5	7,3 7,4 7,5	0,67 0,71 0,69	0,15 10,16 0,16	4,18 4,42 4,31	5,4 5,3 5,3
3	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 10 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta-iron hydroxyd	330,0 332,0 325,4	12,7 10,5 12,8	7,9 6,7 8,9	0,71 0,58 0,71	0,16 0,14 0,19	4,42 4,14 3,73	5,2 5,6 5,3
4	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 5 \text{ cm}^3$ meta- wodorotlenku żelazowego hydrosol of meta-iron hydroxyd	337,5 333,0 302,7	9,0 9,7 9,7	5,5 6,3 6,0	0,50 0,54 0,54	0,11 0,13 0,12	4,54 4,15 4,50	5,8 6,0 5,7

T a b e l a II. Pobranie średnie. T a b l e II. Average absorption.

Szereg — Nr	Dawki meta-wodorotlenku żelazowego w cm ³ Doses of hydrosol of meta-iron hydroxyd	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg su- chej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass roots	
		NH_4^+	HPO_4^{--}
1	—	8,5	5,7
2	20 cm ³	12,5	7,4
3	10 cm ³	12,0	7,8
4	5 cm ³	9,5	5,9

F) Wpływ hydrosolu kwasu krzemowego na pobieranie soli NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$

The influence of hydrosol of silicic acid on the absorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$

Doświadczenie XII.

Doświadczenie założono 30.III.1939 r. Roślina: konopie (*Cannabis sativa*). Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera. Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

Tablica I. — Table I.

Szereg — Nr.	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{50}n\text{NH}_4\text{ND}_3$ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH ₄ ⁺ — 72,1 mg NO ₃ ⁻ — 248,1 mg	Sucha masa korzc- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions counted par 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation NH ₄ ⁺ : NO ₃ ⁻	pH na początku: pH at the beginning: 6,4 na końcu: at the end:
			NH ₄ mg	NO ₃ mg	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻		
					równoważ- niki mg equivalents			
1	NH ₄ ND ₃	104,5	15,7	27,4	0,87	0,44	1,97	6,5
		110,0	15,5	30,9	0,86	0,50	1,71	6,5
		106,8	14,7	29,1	0,82	0,47	1,95	6,5
2	NH ₄ NO ₃ + 40 cm ³ hydrosolu hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	121,5	17,1	35,5	0,95	0,57	1,67	6,3
		114,5	17,3	32,0	0,96	0,52	1,85	6,5
		112,0	16,5	37,0	0,92	0,60	1,52	6,7
3	NH ₄ NO ₃ + 20 cm ³ hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	105,5	16,8	32,9	0,93	0,53	1,75	6,5
		100,0	24,2	45,0	1,34	0,73	1,83	,7
		106,5	21,4	40,8	1,19	0,66	1,80	6,5
1	NH ₄ NO ₃ + 10 cm ³ hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	112,4	17,7	32,9	0,93	0,52	1,88	6,5
		104,0	16,3	30,8	0,91	0,50	1,82	6,5
		110,0	19,9	39,5	1,11	0,64	1,73	6,5

Tablica II. Pobranie średnie. Table. Average absorption.

Szereg — Nr	Dawkі hydrosolu kwasu krzemowego w cm ³ Doses of hydrosol of silicic acid in cm ³	Pobranie ionów w mg obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass of roots	
		NH_4^+	NO_3^-
1	—	15,3	29,1
2	40 cm ³	16,9	34,8
3	20 cm ³	20,8	39,5
4	10 cm ³	17,9	34,4

D o s ь w i a d c z e n i e XIII. — Experiment XIII.

Doświadczenie założono 20. VII 1939 r. Roślina: konopie (*Canabis sativa*).
Czas trwania doświadczenia 48 godz. Rośliny wyhodowano na pożywce Pfeffera.
Każdy szereg w trzech powtórzeniach.

T a b e l a I. — Table I.

Szereg — Nr	Roztwór badanej soli Solution of salt $\frac{1}{100}$ mol $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ zauiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ NH_4^+ — 72,1 mg $\text{HPO}_4^{''}$ — 192,1 mg	Sucha masa korze- ni w mg Dry mass of roots in mg	Pobrania jonów obliczone na 100 mg suchej masy korzeni Absorption of ions coun- ted per 100 mg of dry mass of roots				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{NH}_4^+ : \text{HPO}_4^{''}$	pH na początku: pH at the beginning: 6,2 na końcu: at the end:
			NH_4^+ mg	$\text{HPO}_4^{''}$ mg	$\text{NH}_4^+ : \text{HPO}_4^{''}$			
					równoważ- niki mg equivalents			
1	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	105,2	11,4	8,6	0,63	0,18	3,5	6,5
		102,5	14,2	10,5	0,79	0,22	3,6	6,5
		100,0	13,2	10,2	0,73	0,21	3,5	6,5
2	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 40 \text{ cm}^3$ hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	104,0	14,4	11,8	0,80	0,25	3,2	6,0
		100,8	16,2	12,9	0,90	0,27	3,3	6,2
		98,3	15,5	14,4	0,86	0,30	2,90	6,2
3	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 20 \text{ cm}^3$ hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	98,0	16,1	13,8	0,29	0,29	3,1	6,5
		96,2	16,6	14,8	0,92	0,31	3,0	6,5
		95,4	14,9	12,4	0,83	0,26	3,2	6,5
4	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4 + 10 \text{ cm}^3$ hydrosolu kwasu krzemowego hydrosol of silicic acid	105,0	14,1	12,3	0,78	0,26	3,0	6,1
		103,4	12,8	11,8	0,71	0,25	2,8	6,0
		101,4	16,7	12,6	0,93	0,26	3,6	6,2

T a b e l a II. Pobranie średnie. — Table. II Average absorption

Szereg — Nr	Dawki hydrosolu kwasu krzemowego w cm ³ Doses of hydrosol of silicic acid in cm ³	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg su- chej masy korzeni Absorption of ions in mg counted per 100 mg dry mass of roots	
		NH_4^+	$\text{HPO}_4^{''}$
1	—	12,9	9,8
2	40 cm ³	15,4	13,0
3	20 cm ³	15,9	13,7
4	10 cm ³	14,5	12,2

Omówienie wyników doświadczenia I—IV.

We wszystkich wyżej podanych doświadczeniach nad wpływem próchnicy na pobieranie NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ uzyskano wyniki dodatnie. Najwyższe zwwyżki pobrania jonów występują przy dawce 9,3 mg próchnicy na 200 cm^3 roztworu, jednak nie mniej wyraźne różnice występują już przy dawce 1,86 mg co odpowiada koncentracji 1 : 100 000. Zwwyżki występują we wszystkich trzech roślinach z tem, że chłonność dla sałaty w przeliczeniu na jednostkę suchej masy jest znacznie mniejsza od ilości pobranych jonów przez konopie i dynię.

Odnosnie pobrania poszczególnych jonów z wyników doświadczeń wynika: z roztworu NH_4NO_3 roślina w przeciągu 48 godzin pobrała większe ilości anjonu niż kationu. Stosunek ten jest jednak zmienny, jeżeli go rozpatrywać w zależności od gatunku rośliny użytej do doświadczenia. Stosunek miligramowy równoważnika pobranych jonów $\text{NH}_4 : \text{NO}_3$ wynosi dla sałaty 1,5, dla konopi 1,25, a dla dyni 1,25. Dowodzi to, że różne gatunki roślin mają różne potrzeby odnośnie wykorzystania jonów NH_4 i NO_3 .

Natomiast pobranie jonów z roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ układa się odmiennie. NH_4 jest znacznie więcej wykorzystany od kwasu fosforowego. Przeciętna wartość równoważników miligramowych pobranych jonów jak z roztworu NH_4NO_3 , tak i z roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ nie zmienia się w zależności od dodatku próchnicy. Działanie więc próchnicy nie wyraża się w uprzywilejowaniu jednego z jonów w porównaniu z drugim danej soli.

Omówienie wyników doświadczenia V—IX.

Przy stosowaniu agar-agaru jako stymulanta stwierdzono, że agar-agar dany w pewnych małych ilościach, mianowicie 250 mg, 100 mg oraz 50 mg na 200 cm^3 roztworu wpływa wybitnie na ilościowe pobranie jak kationu NH_4 tak i anionów NO_3 i HPO_4 . Pobieranie wzrasta ze zwwyżką dawek agaru. Optymalnej granicy dawki agaru nie uchwyciono. Opierając się na wynikach innych prac (4,26) optimum działania agaru występuje dopiero w koncentracji 1%, a więc przy stanie zestalenia roztworu. Porównując wyniki uzyskane w doświadczeniu V i VI-tym, w których zmieniono tylko roślinę doświadczalną nie zauważamy istotnych zmian w działaniu agaru. Pobranie amonu przez konopie jest nieco większe aniżeli u lnu.

Zupełnie podobne skutki w ilościowym pobraniu jonów z roztworów spowodował dodatek do roztworu skrobi. Zwiększenie pobrania jest jeszcze wyraźniejsze aniżeli u agaru. Dochodzi w doświadcze-

niu VIII-ym przy dawce 500 mg skrobi dla amonu do 83% a dla NO_3 do 79%. Podobnie następuje zwiększenie pobrania jonów soli $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ z tem, że jak we wszystkich doświadczeniach P_2O_5 pobrany jest w znacznie mniejszych ilościach aniżeli amon.

Omówienie wyników doświadczenia X—XIII-go.

W doświadczeniu X i XI użyto jako stymulanta meta-wodorotlenku żelazowego, w doświadczeniu XII i XIII-ym hydrosolu kwasu krzemowego. Oba te ciała będące typowym solem o względnie dużych agregatach, pod względem powinowactwa do wody stanowiące typ koloidu hydrofobnego, okazały się również dodatnimi stymulantami w odniesieniu do zwiększenia sorbcji tkanki roślinnej dla badanych dwóch soli. W porównaniu z wpływem koloidów typu hydrofilnego jak agar-agar oraz skrobia powyższe dwa związki wykazały pewne różnice.

Mianowicie optimum ich działania przypada na znacznie mniejsze koncentracje aniżeli u agaru i skrobi. Ponadto zwyżki pobrania jonów nie są tak znaczne, bo sięgają najwyżej do 30%.

Najlepsze działanie dla hydrosolu meta-wodorotlenku żelazowego uzyskano przy koncentracji 57,8 mg części stałych na 200 cm^3 roztworu, a dla hydrosolu kwasu krzemowego przy koncentracji 54 mg suchej masy hydrosolu na 200 cm^3 . Są to równocześnie ilości znacznie większe od działających w stopniu optymalnym koncentracji kwasów próchnicznych, a natomiast mniejsze, gdy je porównamy z działającymi optymalnie koncentracjami agar-agaru i skrobi.

III. Dyskusja wyników.

Założeniem niniejszej pracy było, czy i o ile różne związki koloidowe wpływają na zwiększenie zdolności sorbcyjnych korzeni roślin dla poszczególnych jonów soli mineralnych. W tym celu oprócz doświadczeń nad wpływem czystych kwasów próchnicznych, których dodatni wpływ na rozwój roślin stwierdzono w pracach Zakładu Fiziologii Roślin i Chemii Rolnej U. P., badano wpływ następujących związków koloidowych: agar-agaru i skrobi jako organicznych i hydrofilnych i hydrosolu meta-wodorotlenku żelazowego oraz kwasu krzemowego jako nieorganicznych hydrofobnych.

Odnosnie wyników z użyciem kwasów próchnicznych, to potwierdza w zupełności wyniki prac uprzednich Zakładu. Przy pewnych bardzo małych koncentracjach kwasu próchnicznego w granicach od 1:20 000 do 1:100 000 rośliny zwiększyły pobranie rozpatrywanych jonów NH_4 , NO_3 i HPO_4 od 10—60%.

Mechanizm działania próchnicy powodujący powyższe zjawisko jest trudny do wyjaśnienia. Niklewski i współpracownicy w pracach opublikowanych przed wojną, tłumaczą zjawisko jako wynik pewnych bliżej nie znanych skutków, jakie wywołuje w strukturze plazmy próchnica, a których efektem jest zwiększenie własności sorcyjnych plazmy. Jedną z istotnych własności próchnicy mogącą mieć duży wpływ na zwiększenie przenikania jest zdolność zmniejszania napięcia powierzchniowego cieczy. Kuthy i Pecznik (12) obliczają zmniejszenie napięcia powierzchniowego pod działaniem próchnicy o 10%. Przypuszczać należy, że wartość ta jest zmienna w zależności od koncentracji. Jeśli próchnica działa analogicznie na zmniejszenie napięcia powierzchniowego systemu plazmatycznego, można w działalności tej upatrywać owego wpływu fizycznego na zmianę własności plazmy, dzięki której ciało absorbowane ma większe możliwości przeniknięcia przez plazmę.

Sprawę działania próchnicy na rozwój roślin chcą niektórzy autorzy sprowadzić do innego mianownika. Wyżej wspomniani węgierscy badacze przypuszczają, że we wszelkich preparatach próchnicznych czynne są związki z grupy ciał wzrostowych. Obecność ciał wzrostowych szczególnie z grupy heteroauksyn w wyciągach czy to gleby czy obornika jest możliwa, aczkolwiek dotychczas ciał tych nie wyodrębniono. Odnosnie jednak ich obecności w preparacie próchnicznym użytym w niniejszej pracy wydaje się, że ta jest wątpliwa z uwagi na stopień oczyszczenia kwasów. Ponadto, gdyby stroną czynną próchnicy były jedynie ciała wzrostowe a nie ich natura koloidowa, należałoby się spodziewać bardzo różnej skali oddziaływań poszczególnych próchni w zależności od pochodzenia jak i stopnia wylugowania i oczyszczenia. Tymczasem zależności takiej dotychczas nie stwierdzono.

Jedno jest jeszcze przypuszczenie, które ostatecznie zagadnienie działania próchnicy może wyjaśnić a mianowicie, że kwasy próchniczne same przez się są stymulantem wzrostowym, pełnią więc funkcję tę samą co ciała grupy heteroauksyn.

W innych preparatach koloidowych, użytych w charakterze stymulantów w niniejszej pracy obecność ciał wzrostowych jest wykluczona. Jedynie pewne zastrzeżenia co do czystości preparatu może budzić agar-agar. Według najnowszych badań (54. Robbins 1939) agar w stanie surowym zawiera bliżej nieznanne ciała wzrostowe i w ich obecności autor upatruje stymulującego czynnika wzrostowego i rozwojowego. Ciała te jednak są w agarze łatwe do wylugowania. Trudno przypuścić ich obecność w czystym sproszkowanym preparacie Kahlbauma, użytym do niniejszych doświadczeń.

Z całą pewnością ciał wzrostowych niema w skrobi ani w koloidowych preparatach mineralnych. A jednak skrobia w powyższych doświadczeniach działała i to najwięcej z użytych stymulantów. Można przypuścić, że skrobia pod działaniem wydzielin korzeniowych ulega hydrolizie i w stanie zhydrolizowanym pobierana jest przez roślinę jako pokarm węglowy. Większe pobranie związków mineralnych stałoby wtedy w ścisłej korelacji z większym pobraniem pokarmu węglowego. Czy jednak efekt byłby uchwytny i to tak wyraźny już w przeciągu 48 godzin, wydaje się mało prawdopodobne. Stąd trzeba przypuszczać, że mamy tu do czynienia ze specyficznym oddziaływaniem ciał koloidowych na plazmę.

Przy stosowaniu hydrosolu kwasu krzemowego nastąpiło również zwiększenie pobrania jonów. Autorzy uprzednio cytowani jak Lemmermann, Mengdchel, Pirschle stwierdzili, że krzemionka została przez organizm roślinny pobrana. Gdyby przyjąć, że krzemionka ta o agregatach względnie dużych ma zdolność przenikania przez plazmę, to zwiększenie pobrania innych cząsteczek i jonów byłoby wytłumaczone faktem rozluźnienia struktury plazmatycznej, jaka musiała nastąpić przy przenikaniu wielkich agregatów krzemionki. Możliwość pobrania w tej formie krzemu przypuszcza B o r e s c h i S a c h s. Inna jeszcze istnieje interpretacja. Mianowicie hydrosol kwasu krzemowego ma możliwość częściowego przechodzenia w wolny kwas krzemowy, pobranie którego nie nasuwa już wątpliwości.

Wpływ meta-wodorotlenku żelazowego tłumaczyć również należy jako efekt działania fizycznego cząsteczek koloidowych na plazmę komórki. Jakiego rodzaju jest to działanie, trudno z całą pewnością zdecydować. Niklewski i Krause przypuszczają, że mamy tutaj do czynienia ze zmianami w potencjale elektrostatycznym plazmy i cząsteczek koloidowych działających na plazmę, w wyniku których dochodzi do zmiany własności przepuszczalności plazmy. Nie ulega wątpliwości, że u podstawy mechanizmu pobierania i przepuszczalności leży zagadnienie elektrostatyki cząstek plazmatycznych i ciał pobieranych. Układ plazmatyczny żywej komórki jest jednak układem tak labilnym, że rozpatrywanie tych zjawisk w żywej komórce przy dzisiejszych metodach jest jeszcze nieosiągalne. Sprawę komplikują szczególnie amfoteryczne własności drobin białkowych, będących głównym komponentem plazmy.

Stwierdzić więc należy, że przy dzisiejszych metodach pracy i znajomości własności żywej plazmy, badanie mechanizmu pobierania jak i wpływu innych ciał na pobieranie dają wyniki odnośnie ilościowego przebiegu, nie pozwalają na dokładne rozpoznanie mechanizmu prze-

biegu zjawiska. Stąd też wyniki pracy niniejszej dają pewne stwierdzenia skutków działania, łańcucha przyczynowości jednak rozwikłać nie są w stanie.

Z uwagi na traktowanie sprawy wykorzystania obu jonów danej soli jako ważnego procesu fizjologicznego, poruszanego między innymi przez Prianisznikową (33), Pantanelli'ego, Pirschla i Mengdhela stwierdzić należy w oparciu o wyniki analiz, że z roztworu NH_4NO_3 azot saletrzany jest więcej wykorzystany od azotu amonowego. Stwierdzenie powyższe odnosi się do pierwszych 48 godzin. Stosunek ten rozpatrywany w dłuższym czasie może ulec zmianie. Prianisznikow podaje, że w pierwszym okresie pobierania więcej wykorzystany jest amon, dopiero w późniejszym okresie pobranie przesuwają się na korzyść azotu saletrzanego. Wręcz odmiennego zdania jest Pantanelli, którego wyniki zgadzają się w przybliżeniu z wynikami niniejszej pracy. Pirschle i Menghel natomiast wykazali odmiennie kształtowanie się tego stosunku w zależności czy roślinie dostarczono samej soli NH_4NO_3 czy też pobiera ją z pełnej pożywki. W pierwszym wypadku roślina więcej wykorzystuje azot saletrzany, w drugim amonowy.

Wynika z powyższego, że zgodności poglądów na to zagadnienie nie ma i sprawa wymaga gruntownego zbadania.

Z soli $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ znacznie więcej pobrany został amon. Zgadza się to z twierdzeniem o łatwiejszym przenikaniu przez plazmę jonów jednowartościowych od dwu- i wielowartościowych.

Zestawienie wyników.

- 1) Stwierdzono dodatnie oddziaływanie małych koncentracji oczyszczonych kwasów próchnicznych na pobieranie przez korzenie roślin jonów soli NH_4NO_3 i $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Przyrost pobrania przy optymalnych koncentracjach próchnicy dochodzi do 60%.
- 2) Stwierdzono, że zwiększenie pobrania jest równomierne dla kationów i anionów.
- 3) Stwierdzono, że oprócz kwasów próchnicznych, podobną zdolność mają i inne ciała koloidowe a mianowicie agar-agar, skrobia, hydrosol meta-wodorotlenku żelazowego i hydrosol kwasu krzemowego. Z ostatnio wymienionych więcej działają koloidy hydrofilne, mniej hydrofobne.
- 4) Stwierdzono, że w pierwszych 48 godzinach pobierania, z roztworu NH_4NO_3 więcej wykorzystany jest jon NO_3 a z roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ kation NH_4 .

(Praca została wykonana w Zakładzie Fizjologii Roślin i Chemii Rolnej U. P. w Poznaniu. Na tym miejscu Kierownikowi Zakładu p. prof. dr.owi Niklewskiemu składam gorące podziękowanie za cenne rady i wskazówki).

Serdecznie jestem zobowiązany i Kol. D-rowsi Janowi Wojciechowskiemu za cenne wskazówki dotyczące strony chemicznej niniejszej pracy.

Summary

The present work is performed on bases of explorations in 1938 and 1939 and its purpose is to deepen the understanding of the problem of influence of colloidal matter on the absorption of mineral salt-ions by plant-roots. Niklewski and his collaborators having examined the influence of humus on the development of plants, proved in many of their experiments (24, 27, 28, 52, 53) the positive reaction of plant by the least addition of humus to nutrition solution.

This influence is expressed above all by the more intensive green colour, by the increase of plant-mass and by stronger development of the root-system.

A closer analysis of this phenomenon showed that the plant improved its intake of mineral-salts-ions when the humus is added to the nourishing solution. The humic acids used in the experiments did not include any nitrogen as well as any traces of mineral-salts. The examination of the physical nature of humic-acid proved to be a solution of colloidal structure showing a faint Tyndall-effect.

The essence of the humus activity is to be searched in its colloidal structure. In order to obtain the evidence of the above mentioned suggestion about the influence of different colloidal bodies on the absorption of mineral-salts-ions we accept that when other compounds of colloidal nature give the same effects in the process of mineral-salts-ions absorption then the essence of activity must be looked for in colloidal structure of compounds applied.

In experiments besides humic acids were used:

- 1) Agar-agar (pro anal. Kahlbaum) in proportion 1,25 g to 0,25 g for 1 l of given salt solution.
- 2) Starch (by Sörensen) in proportion 2,5 g to 0,5 g for 1 l of given salt solution.
- 3) Hydrosol of silica obtained through Graham's method in concentration: 270 mg of solid body for 100 cm³ of solution.
- 4) Hydrosol of meta iron hydroxyd, prepared by Inorganic Chemistry Institute of Poznań-University.

These substances were used in acting on roots system in aquatic environments which included a particular mineral salt.

After a lapse of 48 hours the salt solution was quantitatively analysed on colorimetric way and a diminution caused by root systems sorption was proved.

The results of performed experiments are:

The humic acids used in experiments increased in dependence of concentration the ions-sorption of NH_4NO_3 and $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

The increase of ions-sorption was expressed in limits from 10 % to 60 %.

A similar influence was stated when agar-agar, starch, a hydrosol of silicic acid and hydrosol of iron was acting on the sorption tissue. From these just mentioned compounds the colloids of hydrophylic type (agar-agar, starch) are acting more intensively than the colloids of hydrophobic type (silicic acid and meta iron hydroxyd).

In all experiments there was stated proportionally-equal increase of sorption tissue so for anions as for kations of given salt. It was stated too that, during 48 hours of experiments from NH_4NO_3 solution the ion NO_3^- is more fully utilised and the same is with the ion NH_4^+ from $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

It is impossible to find out with our methods of today and still more with the insufficient knowledge of living plasma's properties what is the essence of activity. Results of these contributions express the quantitative picture of phenomenon and its activity effects yet they don't permit to realise the causal nature of occurrence.

Concerning the activity of humic acid some scientistis as K u t h y and P e c z n i k look for the solution activity in growth-bodies that may be included in soil-extractions. This supposition applied to humus preparations used in these investigations is of no account, the preparations having been purified. So the reason must be searched for in physical properties of colloid-solutions.

(Institute of Plant Physiology and Agricultural Chemistry of the University of Poznań — Poland).

SPIS LITERATURY.

1. Draever, H. 1941/42. Zur Frage der Stoffaufnahme durch die lebende pflanzliche Zelle. Flora T. 135, str. 21.
2. Fitting, H. 1915. Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle. Jb. f. wiss. Bot. T. 56, str. 1.
3. Fitting, H. 1919. Untersuchungen über die anomale osmotische Koeffizienten von Glycerin und Harnstoff. Jb. f. wiss. Bot. T. 51, str. 1.
4. Fiedler, H. 1936/37. Entwicklungs- und reizphysiologische Untersuchungen an Kulturen isolierter Wurzelspitzen. Ztschr. F. Bot. T. 30. str. 384.

5. Hansteen-Cranner. 1919. Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und d. plasmatischen Grenzschicht. Ber. Deutsch. Bot. Ges. T. 37, str. 380.
6. Hoagland. 1925. Die Absorption der Ionen durch die Pflanzen. Soil. Science. T. 16, str. 225.
7. Höfler, K. 1918. Permeabilitätsbestimmung nach der plasmatischen Methode. Ber. Dtsch. Bot. Ges. T. 36, str. 414.
8. Kaho, H. 1921. Bioch. Zeitschr. T. 123, str. 284.
9. Kaho, H. 1924. Über die physiologische Wirkung der Neutralsalze auf das Pflanzenplasma Dorpat.
10. Kostyczew. 1931. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, Berlin.
11. Krzemieniewski, S. 1909. Untersuchungen über Azotobacter chrooc. Centr. Bact. II, str. 161.
12. Kufny u. Pecznik, J. 1941. Wirkt die Huminsäure als Hormon oder als Permeabilitätssteigerung auf die Entwicklung der Pflanzenwurzeln. Bdk. u. Pflernähr. t. 23, str. 83.
13. Lemańczyk, K. 1926. Über die Absorption von Kalisalzen durch das Wurzelsystem. Bull. de l'Acad. Pol. des Sc. Cracovie, str. 1109.
14. Lemmermann, O. 1929. Zur Frage der Kieselsäurewirkung. Ztschr. Pflernähr. Düng. Bodk. Wiss. Teil t. 13, str. 28.
15. Lemmermann u. Wissmann. 1922. Die Ertragssteigernde Wirkung der Kieselsäure bei unzureichender Phosphorsäureernährung der Pflanze. Ztschr. Pflernähr. Düng. Bodk. Wiss. T. str. 185.
16. Liebich, W. 1941/42. Quantitativ chemische Untersuchungen über das Eisen in den Chloroplasten und übrigen Zellbestandteilen von Spinacia oleracea. Ztsch. Bot. t. 37 str. 129.
17. Lepeschkin, W. 1908. Über den Turgordruck der vacuolisierten Zellen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. t. 26 a str. 193.
18. Lundegårdh, H. 1931. Nährstoffaufnahme der Pflanze. Berlin.
19. Mengdhal, H. 1931. Der Einfluss kolloider Kieselsäure auf die Salzaufnahme der Pflanze. Jb. wiss. Bot. t. 75, str. 252.
20. Meurer, R. 1909. Über die regulatorische Aufnahme organischer Stoffe durch Wurzel von Beta vulg. u. Daucus car. Jb. wiss. Bot. t. 46, str. 503.
21. Nathanson, A. 1903. Über Regulationserscheinungen im Stoffaustausch. Jo. wiss. Bot. t. 38, str. 241.
22. Nathanson, A. 1910. Die Stoffwechsel der Pflanze. Leipzig.
23. Niklewski, B. 1933. Über den Einfluss von Kolloidstoffen auf die Entwicklung einiger Kulturpflanzen. Jb. wiss. Bot. t. 78, str. 431.
24. Niklewski u. Krause, A. 1929. Über den Einfluss der Kolloidsubstanzen auf die Entwicklung des Wurzelsystems der Pflanze. Jb. wiss. Bot. t. 70, str. 158.
25. Niklewski, B., Krause, A., Lemańczyk, K. 1928. Zur Kenntnis der Aufnahmemechanik der Mineralbestandteile durch die Wurzeln der Pflanze. Jb. wiss. Bot. t. 69, str. 101.
26. Niklewski, B., Wójcikówna, Z., Pestka, M. 1939. Warunki rozwoju wyizolowanego końca korzenia. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XVI Nr 2.
27. Niklewski, B., Wojciechowski, J. 1938. Wpływ związków próchnicznych na pobieranie fosforanu amonu i siarczanu amonu przez rośliny. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XVI Nr 2.
28. Niklewski, B., Wojciechowski, J. Ztsch. f. Bdk. u. Pflernähr. t. 4 (49).
29. Osterhout, W. 1914. Bioch. Zeitschr. t. 67, str. 273 cyt. Kostyczew.
30. Pantanelli E. 1915. Über Ionenaufnahme. Jb. f. wiss. Bot. t. 56, str. 689.
31. Pirschle, K. 1932. Ionenaufnahme aus Salzlösungen durch die höhere Pflanze. Festschrift d. Dtsch. Bot. Ges. t. 50 a str. 42.
32. Pirschle, K., Mengdhal, H. 1926. Ionenaufnahme aus Salzlösungen durch die höhere Pflanze. Jb. f. wiss. Bot. t. 65 str. 819.
33. Prianisznikow. 1925. Zur physiologischen Charakteristik von Ammoniumnitrat. Ztschr. Pflernähr. Düng. Bodk. Wiss. T.

34. Rippel, A. 1931. Qualitative Untersuchungen über Kationenaustausch in der Pflanze. Jb. f. wiss. Bot. t. 74, str. 297.
35. Ruhland, W. 1909. Zur Frage der Ionenpermeabilität. Ztschr. f. Bot. t. 1, str. 747.
36. Ruhland, W. 1909. Beiträge zur Kenntnis der Permeabilität der Plasmahaut. Jb. f. wiss. Bot. t. 46, str. 1.
37. Ruhland, W. 1913. Zur Kenntnis des Rolle des elektrischen Ladungsinnes bei der Kolloidaufnahme durch die Plasmahaut. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. t. 31, str. 804.
38. Ruhland, W., Hoffmann C. 1925. Die Permeabilität von Beggiatoa Planta t. 1, str. 1.
39. Sabinin, D. 1925. Bull. Inst. rech. biol. Univ. Perm. t. 4 Erg. H. 2, cyt. Kostyczew (10), str. 60.
40. Schmidt, O. Die Mineralstoffaufnahme der höheren Pflanze als Funktion einer Wechselbeziehung zwischen inneren u. äusseren Faktoren. Ztschr. f. Bot. t. 30, str. 289.
41. Schönfelder S. 1931. Weitere Untersuchungen über die Permeabilität von Beggiatoa mir. Planta t. 12, str. 414.
42. Simon, K., Speichermann, H. 1938. Beiträge zur Humusuntersuchungsmethodik. Bdk. u. Pflernährg. t. 8 zes. 3/4, str. 129.
43. Stoklasa, A. 1922. Über die Verbreitung des Alluminiums. Bioch-Zeitschr. 128, 135.
44. Weiss, A. 1926. Beiträge zur Kenntnis der Plasmahaut. Planta t. 1, str. 145.
45. Wojciechowski, J., Kuźdowicz, A. 1939. Wpływ czystych kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu przez rośliny. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XVI, nr. 2.
46. Tröndle. 1910. Der Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jb. f. wiss. Bot. 48, str. 171.
47. Zinsadze, Sch. Ztschr. f. Pflanzernäh. Düng. u. Bdk. t. 23A, S. 447.
48. Zsigmondy, R. 1927. Kolloidchemie — t. II str. 64 i nast.
49. Overton. 1899. Vjschr. Naturforsch. Ges. Zürich t. 44, str. 83, cyt. Kostyczew t. II (10), str. 77.
50. Moevius, W. 1928. Jb. f. wiss. Bot. 69, 119.
51. Pastewski, J. 1933. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. X Nr. 3.
52. Niklewski, B. 1934. Bioch. Zeitschr. 271 — 111.
53. Niklewski, B., Wojciechowski, J. 1938. Wpływ związków próchnicznych na rozwój roślin. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XV, Nr. 2.
54. Robbins W. J. 1939. Growth Substances in agar. Amer. J. Bot. 26. 778 w/g Ber. wiss. Biol. 1940, t. 54.