

Wpływ ciał koloidowych na pobieranie soli CaCl_2 przez korzenie roślin.

Über den Einfluss von Kolloidsubstanzen auf die Aufnahmefähigkeit von CaCl_2 durch die Wurzeln der Pflanzen.

napisał

JÓZEF PASTEWSKI.

(wpłynęło 29. V. 1933.)

W S T Ę P.

W ostatnich dwudziestu latach kwestja mechanizmu pobierania soli mineralnych przez korzenie roślin była przedmiotem badań szeregu fizjologów. W roku 1915 włoski uczony P a n t a n e l l i ¹⁾ badał metodą kultur wodnych pobieranie soli mineralnych przez różne rośliny. W swoich badaniach posługiwał się metodą analizowania roztworu soli przed zanurzeniem roślin do płynów badanych i po ich wyjęciu. Z różnicy określał ilości soli zasorbowane przez rośliny. Doświadczeniami stwierdził, że roślina pobiera jony soli zdysocjowanych, w różnym wzajemnym stosunku. Nie określił jednakże mechanizmu pobierania jonów, a w szczególności nie wyjaśnił co się dzieje z nadmiarem niepobranych jonów. Zagadnienia te wyjaśniły późniejsze prace: S t o k l a s y ²⁾ oraz H o a g l a n d a ³⁾ a także badania L e m a n c z y k a ⁴⁾ i wreszcie doświadczenie N i k l e w-

¹⁾ P a n t a n e l l i E.: Jahrb. f. wiss. Bot. **56**, 714 (1915).

²⁾ S t o k l a s ' a J.: Über die Verbreitung des Alluminiums. str. 227. (1922). Jena.

³⁾ H o a g l a n d D. R.: Soil Science **16**, 225 (1923).

⁴⁾ L e m a n c z y k: Badania fizyko-chemiczne nad absorbcją soli potasowych przez system korzeniowy roślin. Extr. du Bull. de l'Acad. Pol. des Sc. Cracovie 1926, p. 1109.

skiego, Krausego i Lemañczyka¹⁾). Okazało się, że roślina w miejsce jonów pobranych wydziela do roztworu inne jony tego samego znaku.

Przy pobieraniu anjonów najważniejszym czynnikiem wymiany jest CO_2 , wytwarzany przez komórkę roślinną.

Istotnie znany jest oddawna fakt, że przy pobieraniu jonów NO_3 z azotanów środowisko alkalinizuje się wskutek tworzenia się Na_2CO_3 względnie Na HCO_3 . Dokładniejsze obserwacje Lemañczyka wykazały, że na wymianę anjonów służy prócz CO_2 , HCO_3 również H_2PO_4 . Nowsze badanie, zwłaszcza Lemañczyka, dowiodły, że w miejsce np. pobranego kationu K wydzielala roślina Ca i Mg. Autor ten również wykazał, że pobieranie jonów zależy od stopnia dyspersji koloidów plazmy. Z badań tych wynika, że intensywność pobierania katjonu K zależy od towarzyszących mu anjonów i zmniejsza się według następującego szeregu: $\text{NO}_3 > \text{Cl} > \text{CO}_3 > \text{SO}_4 > \text{H}_2\text{PO}_4$. W tym samym też kierunku zmniejsza się stan dyspersyjny koloidów komórki. Stan dyspersyjny koloidów komórkowych roślin ma przeto doniosłe znaczenie przy przenikaniu soli mineralnych do korzeni rośliny. Już Kahh²⁾ wykazał, że sole mineralne przenikają do komórki roślinnej nie z jednakową szybkością, uszeregować je można w następującym porządku: $\text{K} > \text{Na} > \text{Li} > \text{Mg} > \text{Ba} > \text{Ca}$; przyczem pierwiastki stojące z lewej strony szybciej, z prawej zaś wolniej przenikają, a więc K najszybciej Ca najwolniej przenika, co też podkreślił Fittig³⁾. Również okazało się, że im pierwiastek jakiś wolniej przenika przez błonę plazmatyczną komórki t. zn., że w szeregu powyższym stoi na prawej stronie, tembardziej hamuje pobieranie innych łatwiej przyswajalnych katjonów.

I tak Mg w porównaniu do Ca ma większą zdolność przenikania przez błonę plazmatyczną, i też mniej hamuje pobieranie np. potasu. Powyższe zjawisko związane jest zdolnością słabszego, względnie silniejszego strącania koloidów przez poszczególne pierwiastki. Sól, która posiada zdolność silniejszego wytrącania koloidu, słabiej przenika przez błonę plazmatyczną i naodwrot. Koloidy plazmy są naładowane ujemnie. Katjony więc działają strącająco na koloid plazmy, a anjony rozluźniająco. Kahh również anjony uszeregował w następującym szeregu: cytrynowy $>\text{SO}_4<$ winowy $>\text{Cl}<$

1) Niklewski, Krause i Lemañczyk: Jahrb. f. wiss. Bot. **69**, 101—116 (1928).

2) H. Kahh: Biochem. Zeitschr. **123**, 284—303 (1921).

3) H. Fittig: Jahrb. f. wien. Bot. **56**, 1—62 (1915).

$\text{NO}_3 > \text{Br} > \text{J}$; a więc najwięcej rozluźniająco działa anion cytrynowy, a najmniej J. Badania *M e v i u s a*¹⁾ potwierdzają fakt obserwowany przez *K a h h o*, że wapn z pierwiastków dwuwartościowych ma najmniejszą zdolność przenikania przez błonę plazmatyczną. Stwierdził to na: *Pinus pinaster*, *Tradescantia*, *Onobrychis sativa* i *Zea mays*. Wszędzie wapń najsilniej działał strącająco na koloidy plazmatyczne. Autor ten podobnie jak *K a h h o* tłumaczy niewielkie pobranie soli wapniowej działaniem zasklepiającem Ca na błonę plazmatyczną, przez co podana sól nie może być pobrana łatwo. Z przenikania owych soli można przeto wnioskować o stanie dyspersyjnym koloidów plazmatycznych. Wobec stwierdzonego w ostatnich latach wpływu ciał koloidowych na wzrost roślin, zachodzi pytanie, czy owe ciała koloidowe wpływają na przepuszczalność plazmy dla pewnych jonów, względnie czy pod wpływem koloidu zmienia się stan dyspersyjny p l a z m y.

Przypuszczenie takie jest o tyle uzasadnione, że, jak już wyżej wspomniałem, ciała koloidowe, wpływają na wzrost korzeni roślin (*H i l t n e r*²⁾, *K o c h*³⁾, *N i k l e w s k i i K r a u s e*⁴⁾ i *H i l i t z e r*⁵⁾). Wprawdzie *H i l t n e r* i *K o c h*, którzy podobne fakty notują jak *N i k l e w s k i i K r a u s e* i *H i l i t z e r*, tłumaczą je wyrównaniem reszt kwasowych, czy też zasadowych; chociaż *H i l t n e r* zastrzega się co do tej hipotezy. Uważa, że należy w tym kierunku przeprowadzić obszerniejsze badania. Badania *N i k l e w s k i e g o i K r a u s e g o*, w których użyto roztworu koloidowego agar-agaru i hydrozolu meta wodorotlenku żelazowego do kultur wodnych, wykazały dodatnie działanie ciał koloidowych na wzrost korzeni. Przy omawianiu wyników autorzy odrzucają interpretację *H i l t n e r a* i określają działanie koloidu jako stymulację, nie przesądzając jej istoty. *H i l i t z e r* w swoich badaniach zauważył, że PH ma drugorzędne znaczenie. Doniosłe znacznie dla badań wpływu ciał koloidowych na plazmę ma praca

1) *W. M e v i u s*, Jahrb. f. wiss. Bot. 69, 119—188 (1928).

2) *E. H i l t n e r*, Fortschritte der Landwirtschaft. 1 (1926) 328.

3) *K o c h. A.* Reiche Ernten auf magerem Sandboden. Mitt. d. deutsch. Landw. Ges. Bd 21, 1915 (wedł. *E. Hiltner*).

4) *B. N i k l e w s k i i A. K r a u s e*. Wpływ ciał koloid. na rozwój roślin, 1—6 (1929). Doświadc. Roln. T. IV. cz. III. Warszawa.

B. N i k l e w s k i Wpływ ciał koloidowych obornika na rozwój korzeni roślin. Dośw. Roln. T. VII. cz. III. Warszawa 1931.

5) *H i l i t z e r A.* Über den Einfluss der Humusstoffe auf das Wurzelwachstum Beih. z. Bot. Zentrabl. T. 49. 1932. 467.

M e n g d e h l' a ¹⁾), który, używając krzemionki koloidowej, wykazuje dodatnie jej działanie na pobieranie soli mineralnych azotu z azotanów, potasu z chlorków, siarczanów i fosforanów przez *Aspergillus niger*. Autor ten przeprowadził również szereg podobnych badań z następującymi roślinami: *Triticum vulgare*, *Zea mays*, *Hordeum vulgare*, *Cucurbita pepo* i *Pisum sativum*. W swoich badaniach zauważył wszędzie pod wpływem krzemionki intensywniejszy przyrost suchej masy korzeni. Również stwierdził, co prawda niezawsze, dodatnie działanie koloidalnej krzemionki na sorbcję soli badanej, posługując się metodą P a n t a n e l l e g o. Jednakże nie tłumaczy, na czym dodatnie działanie koloidalnej krzemionki polega. Wobec wyników stwierdzonego faktu, że koloidalna krzemionka zmienia zdolność pobierania pewnych składników mineralnych przez komórkę roślinną, powstało pytanie, czy to działanie jest specyficzną własnością krzemionki, czy też wogóle reakcją ciał koloidowych na błonę plazmatyczną.

B u t k l i e w i c z W. W. i W. S., którzy to zjawisko badań, w r. 1926 stwierdzili, że w pożywkach krzemionkowych roślina kwas fosforowy intensywniej pobiera aniżeli bez krzemionki. Sol krzemianowy zwiększa przepuszczalność błon dla jonów. Prawo D o n n a n a ma szerokie zastosowanie przy przenikaniu jonów przy zjawiskach osmotycznych.

Odnośnie do mikroorganizmów już oddawna stwierdzono dodatnie działanie pożywek koloidowych. Niewątpliwie pożywka agarowa z powodu swej struktury koloidowej szczególnie nadaje się do hodowli bakteryj. Własności koloidowe pożywki decydujące znaczenie mają przy wyodrębnieniu czystych kultur *Azotobaktera*. K r z e m i e n i e w s k i ²⁾ stwierdził, że asymilcja wolnego azotu przez *Azotobaktera* jest w czystych kulturach z dodatkiem próchnicy około 10 razy większa niż bez dodatku. P r a ż m o w s k i ³⁾ wskazuje na to, że przyczyną dodatniego działania próchnicy na *Azotobaktera* jest koloidalny stan tego związku. W ostatnich latach Z i e m i ę c k a ⁴⁾ wykazała dodatni wpływ gelu krzemionkowego na pobieranie związków fosforowych przez *Azotobaktera*. Z badań D z i e r z b i c k i e g o ⁵⁾ wynika, że ciała humusowe wpływają dodatnio na rozwój drożdży przy małej ilości szczepionki.

¹⁾ H. M e n g d e h l, Jahr f. wiss. Bot. 75, 252—293 (1931).

²⁾ S. K r z e m i e n i e w s k i, Centr. f. Bakt. Abt. II, 23, 161 (1909).

³⁾ P r a ż m o w s k i Centr. f. Bakt. Abt. II, 37, 299 (1913).

⁴⁾ Z i e m i ę c k a. Roczn. Nauk Rolnicz. 22, 343 (1929).

⁵⁾ D z i e r z b i c k i. Centr. f. Bakt. Abt. II, 25, 296 (1910).

Wobec tych faktów wydawałoby się prawdopodobnem, że i u wyższych roślin ciała koloidowe mogą wywierać dodatni wpływ na pobieranie soli mineralnych.

Zbadanie tej sprawy jest przedmiotem niniejszej pracy. Jako sól zastosowałem chlorek wapnia; do doświadczeń użyłem koloidalowego wyciągu wodnego obornika, oraz zawiesiny gliny, a jako rośliny użyłem buraków i gorczycy.

1. M E T O D Y K A.

1) C z ę ś ć c h e m i c z n o - a n a l i t y c z n a.

Przy badaniu sorbcji soli przez rośliny najważniejszą jest rzeczą metoda dokładnego oznaczania jonów przed i po doświadczeniu, które chcemy zbadać. Dlatego największą uwagę zwróciłem na dokładność oznaczenia wapnia i chloru, ponieważ te jony miałem zbadać. W szeregu próbnych metod otrzymywałem wyniki niezadawalające, dlatego odrzuciłem je jako mniej dokładne. Wybrałem metodę semimikrochemiczną, najodpowiedniejszą i najdokładniejszą metodę przy oznaczaniu małych ilości wapnia. Metoda ta polegała na miareczkowem oznaczeniu strąconego szczawianu wapnia zapomocą nadmanganianu potasowego. Już K r ü g e r¹⁾ oznaczał małe ilości wapnia w roztworach czystych, miareczkując 1/50 n roztworem $KMnO_4$. R i c h a r d s²⁾ podał sposób oddzielenia wapnia od magnezu przez dodatek NH_4Cl , D e W a r d³⁾ oznaczał tą metodą wapno organicznych produktów. H e c h t⁴⁾ wykazał dostateczną ścisłość tej metody dla ilości 1—0,1 mg. Ca, przyczem dokładność tej metody nie cierpi przy obecności stokrotnej ilości fosforu i siedmiokrotnej ilości magnezu.

W badaniach swoich musiałem liczyć się z obecnością magnezu i kwasu fosforowego, więc wszystkie okoliczności przemawiały za wybraniem tej metody.

Postępowanie analityczne jest następujące: do wrzącego roztworu Dodaje się NH_4Cl , $NaOH$ (dla zneutralizowania roztworu) i szczawianu amonowego, zawartość pozostawia się przez 4—5 godz. na wrzącej łaźni wodnej. W ten sposób strącony szczawian wapnia zbiera się na tyglu Gooch'a. Azbest, użyty do sączka, wygotowano w mieszaninie H_2SO_4 i $KMnO_4$ celem usunięcia związków redukujących, nadmiar nadmanganianu potasu usunięto zapomocą kwasu szczawiowego, następnie jak najdokładniej przeemyto wodą gorącą. Osad szczawianu wapnia, zebrany na sączku azbestowym, przemycza się gorącą wodą amoniakalną tak długo, aż przesącz z

1) K r ü g e r: Zeitschr. f. phys. Chem. **16**, 445 (1892).

2) R i c h a r d s: Zeitschr. f. anal. Chem. **28**, 71 (1901).

3) D e W a r d: Bioch. Zeitschr. **97**, 176 (1919).

4) H e c h t: Bioch. Zeitschr. **143**, 342 (1924).

H_2SO_4 po ogrzaniu już nie odbarwia KMnO_4 ; wtedy zmienia się odbieralnik na czystą kolbkę różniową i przy dalszem użyciu pompy rozpuszcza się szczawian wapnia zapomocą ogrzanego 5% H_2SO_4 do kolbki; po dodaniu 1 cm H_2SO_4 (1:1) i lekkim ogrzaniu miareczkuje się n/10 KMnO_4 . Z ilości użytego nadmanganianu potasu o znanym mianie oblicza się zawartość wapnia.

Chlor oznaczono przez miareczkowanie azotanem srebra w obecności K_2CrO_4 według Mohr'a n/10 AgNO_3 , aż do wytworzenia się osadu chromianu srebrowego.

PH w doświadczeniach początkowych nie oznaczano; od doświad. 4—10 oznaczono wskaźnikiem uniwersalnym Merck'a.

Wobec tego, że miałem zbadać wpływ ciał koloidowych na pobieranie soli mineralnej, przeto założyłem ślepe doświadczenie, aby móc przekonać się, czy koloid nie sorbuje badanej soli i wogóle nie wpływa na wynik analizy.

Wyniki wykazały, że zarówno wyciąg obornika jak i zawiesina gliny nie sorbuje składników mineralnych, ani też utrudnia oznaczenia analitycznego obu pierwiastków.

2). CZĘŚĆ FIZJOLOGICZNA.

Przygotowanie materiału i technika doświadczenia.

Powszechnie jest wiadomo, że rośliny w stadium początkowym intensywniej pobierają pokarmy, aniżeli w późniejszym okresie. Silniejsze pobranie soli mineralnych w młodym wieku umożliwia wyraźniejsze wysunięcie w sferę doświadczalnego uchwycenia zjawisk koloidowo chemicznych komórki. Doświadczenia wykonałem na roślinach młodych z silnie rozwiniętym i zdrowo wyglądającym systemem korzeniowym, posiadającym dobrze rozwinięte włosniki. Rośliny hodowano 3—4 tygodni w kulturach wodnych na pożywce v. d. Crone'go, często ją zmieniając i przewietrzając. Dzięki temu uzyskano dobry materiał doświadczalny: t. zn., że stan wegetatywny komórek był w chwili doświadczenia w stadium optymalnego rozwoju. Zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe było tak wysokie, że nawet jednostronne podawanie jednej tylko soli przez krótki czas nie wywołało zakłócenia zwykłych fizjologicznych funkcji korzeni, a w szczególności pobieranie chlorku wapnia było czynnością normalną. Jako materiału doświadczalnego użyłem buraków „Sandomiersko-Wielkopolskiej Hodowli Nasion”, odmiana cukrowa, które początkowo wysiewałem w piasku w drewnianych skrzynkach. Przesiewałem piasek na sicie celem usunięcia grubszych części. Po napełnieniu piaskiem skrzynki, aż do pożądanego wysokości i ubiciu, zasiewano buraki, następnie zwilżono wodą wodociągową i ustawiono w szklarni wystawionej na południe tak, że warunki rozwoju roślin były możliwie dobre. Pielęgnacja polegała na częstym zwilżaniu wodą. Gdy rośliny uzyskały odpowiedni stopień rozwoju przystąpiono do wypłukania z piasku delikatnym strumieniem wody. Po dokładnem oczyszczeniu roślin z piasku umieszczono je na mocnych krążkach drewnianych poprzednio wygotowanych, wyparafinowanych i powleczonych bibułą tak, że można było robić otwory takiej wielkości, aby roślina mogła swobodnie rozwijać

się i aby części nadziemne nie były zanurzone w płynie odżywczym. Rośliny umieszczono w dwulitrowych słojach zawierających pożywkę v. d. Crone'go o następującym składzie: 1 gr. KNO_3 , 0,5 gr. CaSO_4 , 0,5 gr. MgSO_4 , 0,25 gr. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i 0,25 gr., $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ na litr wody. Rośliny przewietrzano zapomocą aspiratora dwa razy dziennie i pożywkę zmieniano co 9 dni. Uzupełniano ubytek wody, spowodowany transpiracją, w miarę potrzeby. W ten sposób uzyskano po 3—4 tygodniach zdrowe kultury: co się objawiało w dobrze rozwiniętym systemie korzeniowym i liściach zielonych o zdrowym wyglądzie; jeśli liście były bledsze, wykazywały jakiekolwiek objawy chorobowe, wyłączone rośliny te z doświadczenia. Przygotowane w ten sposób kultury służyły jako materiał doświadczalny. Każda z kultur składała się z 17 roślin, umieszczonych na krążku drewnianym. Technika samego doświadczenia, dla zbadania sorbcji przedstawiała się w sposób następujący: kultury roślin po wyjęciu z pożywki razem z krążkiem, umieszczono w naczyniu dużym, przez które przepływa woda wodociągowa, celem usunięcia cząsteczek fosforanu żelazowego z pożywki, silnie przylegającego do korzeni. Aby móc dokładnie oczyścić korzenie z owych cząsteczek, zostawiano je w wodzie na 12 godzin. W międzyczasie przygotowywano roztwory, w których umieszczono rośliny. Roztwór chlorku wapnia, był przygotowany z czystych chemikalji preparatu Kahlbaum „zur Analyse”. Woda służąca jako rozpuszczalnik, była podwójnie destylowana ze szkła przy użyciu K MnO_4 . Obliczono teoretycznie ilość soli, tak żeby był roztwór około 1/40 n., odważono dokładnie na wadze analitycznej i rozpuszczono w wodzie. W ten sposób przygotowany roztwór służył do badania sorbcji CaCl_2 przez rośliny, w zależności od dodatku koloidu. Przygotowanie koloidu polegało na odpowiedniemu przygotowaniu tak, żeby był odpowiedniego stężenia i aby nie zawierał takiej substancji organicznej, która by mogła wywołać ujemny wpływ na korzenie roślin. Zawiesinę gliny przyrządzono w sposób następujący: dodano 0,5 gr. gliny na litr wody. Po kilkakrotnej zamieszaniu zawiesiny w przeciągu pierwszych dwóch dni po odstaniu przelewano zawiesinę do wysokiego cylindra, z którego po upływie dalszych trzech dni drobną zawiesinę odciągano lewarem z nad osadu. Wyciąg obornika przyrządzono w sposób następujący: odważoną ilość kilkumiesięcznego dobrze przefermentowanego obornika bydlęcego, umieszczono w dużym lejku, którego odpływ zamknięto węzem gumowym ze ściskaczem. Zalewano dwukrotną ilością wody destylowanej i zostawiono na 12—24 godz. Po tym czasie wyciąg wodny opuszczono i zalewano ponownie wodą. Czynność tę powtarzano do 10 razy. Wyciąg 3-ci lub 4-ty już nie wykazywał części gnilnych, co można było stwierdzić zapachem. Wyciągów, które wskazywały zapach ciał gnilnych, względnie jakiegokolwiek zmętnienia, nie używano do doświadczeń. Przezroczysty, jasnożółty wyciąg analizowano, przyczem nie zawierał on ani wapnia ani chloru. Odmierzono zapomocą pipety 200 cm^3 płynu badanego (CaCl_2); i 20 cm^3 wyciągu kol. obor. względnie 20 cm^3 zawiesiny gliny, do zlewek jenajskich objętości 250 cm^3 , wysokości 9 cm, średnicy 6,5 cm. Korzenie przed przenoszeniem do płynów badanych, przepłukiwano początkowo wodą wodociągową potem destylowaną, a następnie podwójnie destylowaną. Rośliny przeniesiono do zlewek okrytych czarnym papierem zawierających CaCl_2 . Krążki spoczywały na cień-

kich pręcikach szklanych, opartych na górnej krawędzi zlewek. Korzenie zwłaszcza dłuższe zaginały się trochę u dołu naczyń, lecz mimo to cały system posiadał wygodną pozycję. Odmierzony do naczyń płyn doświadczalny w ilości 250 cm³ sięgał na wysokość 7,7 cm, po zanurzeniu kultur poziom trochę się podnosił; lecz nie znajdował się bliżej niż 0,6 cm odległości od krążka. Zaznaczono ten poziom na ściankach naczynia i na tej wysokości utrzymywano go przez cały czas doświadczenia. Wodę wytranspirowaną przez rośliny, oraz wyparowaną przez otworki krążka, w miarę ubytku dopełniano, żeby utrzymać początkową objętość płynu. Doświadczenie trwało zwykle 48 godzin z wyjątkiem jednego doświadczenia dotyczącego ustalenia czasu pobierania.

Najważniejszą rzeczą, dla należytego przeprowadzenia badań, było ilościowe oznaczenie CaCl₂ płynu pozostałego po ukończeniu danego doświadczenia. Pierwotny roztwór zostaje w składzie zmieniony w różnym kierunku i z analizy chcemy wnioskować o charakterze zjawisk, które miały miejsce między płynem a korzeniami. Postępowanie celem jaknajdokładniejszego zebrania płynu, pozostającego po ukończeniu doświadczenia przedstawia się następująco: po wyjęciu roślin z badanego roztworu trzymano je nad nim tak długo, aż możliwie dokładnie płyn z korzeni ociekł. Przyczepione resztki soli (CaCl₂) do korzeni zmyto zanurzając kolejno w trzech obok stojących parowniczkach, zawierających 50 cm³ H₂O destylowanej. Następnie przelewałem ilościowo wszystkie płyny, t. zn. roztwór doświadczalny i wodę, którą przepłukiwano, do kolby miarowej na 500 cm³. W szeregu prób przekonałem się, że taki sposób wypłukiwania jest dostateczny. Ostatnia frakcja wody już nie wykazywała obecności ani Ca ani Cl. W doświadczeniach nad sorbcją soli przez korzenie należy uwzględnić to, że mimo zachowania możliwie jednakowych warunków, wzrost kultur był rozmaity. Aby usunąć i ten błąd, który mógłby powstać przy porównaniu stosunków sorbcji u różnie rozwiniętych systemów korzeni, w tym celu oznaczono suchą masę korzeni i wartości liczbowe sorbcji sprowadzono do jednakowej ilości suchej masy, mianowicie do 1/10 grama, ponieważ sucha masa korzeni około tej wartości wahała się. Każde doświadczenie było przeprowadzone conajmniej w dwóch a nawet i więcej szeregach.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

D o ś w i a d c z e n i e Nr. 1.

Buraki, założono 8/4. 32.

Wpływ czasu działania roztworu soli na intensywność i na pobieranie jej przez rośliny.

Na początku badań wysunęła się kwestja ustalenia odpowiedniego czasu trwania dla wszystkich doświadczeń.

Obserwacje nad przebiegiem sorbcji w różnym czasie P a n t a n e l l e g o ¹⁾ oraz L e m a n c z y k a ²⁾, wykazały, że proces

¹⁾ P a n t a n e l l i. l. c. str. 719.

²⁾ L e m a n c z y k. l. c. str. 1125.

T A B L I C A Nr. 1- Buraki
Wpływ czasu na sorbcję CaCl_2 .

Wprowadzono mg:

Ca. — 91,5 Cl, — 162,3

dnia 8. IV. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P.	czas po- bierania	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. ko- rzeni				stosunek równoważnikowy
			miligramów		miligram — równoważ.		Ca:Cl = 1:
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1	6 godz.	Ca Cl ₂	2,1	3,4	0,11	0,10	0,9
2			2,3	4,3	0,12	0,12	1
3			2,2	4,5	0,11	0,13	1,18
4	12 "		2,8	5,1	0,14	0,14	1
5			2,9	5,4	0,15	0,15	1
6			2,9	5,3	0,15	0,15	1
7	24 "		3,1	5,6	0,15	0,16	1,06
8			3,1	6,0	0,16	0,17	1,06
9			3,1	6,2	0,16	0,17	1,06
10	48 "		4,4	7,4	0,22	0,21	0,95
11			4,0	6,7	0,20	0,18	0,9
12			4,2	7,6	0,21	0,21	1

ten objawia się już stosunkowo po krótkim czasie, kilku godzin. Przeto uważałem za wskazane ustalić czas trwania dla wszystkich doświadczeń. W tym celu założyłem doświadczenie w sposób następujący: 12 szeregów roślin podzieliłem na 4 kombinacje po 3 szeregi. W 1 kombinacji rośliny zanurzono na 6 godzin, w 2 komb. na 12 godz., w 3 komb. na 24 godz., a w 4 komb. na 48 godzin.

Pod szeregiem należy rozumieć jedną kulturę składającą się z 17 roślin na 1 krążku. W dalszym ciągu pracy będę używał terminu szeregu.

Wyniki doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 1, z której widzimy, że rośliny sorbowały podaną sól w ilości równoważnikowej jak 1:1. Małe odchylenie od jedności, jak 1:1,02 należy tłumaczyć nieuniknionymi błędami doświadczalnymi. W okresie pierwszych 6 godzin rośliny intensywniej pobierają oba pierwiastki.

Jeśli przyjmiemy średnią z 3 szeregów w pierwszych 6 godzinach za 100%, to pobranie po 48 godzinach jest 190,9% dla Ca, a Cl 178 %.

Doświadczenia Nr. 2.

Buraki.

TABLICA Nr. 2 Buraki.

Koloid na okres pobierania soli dodany do roztworu CaCl_2 .

Wprowadzono mg:

Ca. — 96,8 Cl. — 171,5

dnia 25. IV. 32 r. doświadczenie trwało 48 godz

L.P. sze- reg	roślina w roztworze	Pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 korzeni				st-k równoważ. Ca:Cl=1:
		miligramów		miligramo-równoważ.		
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	Ca Cl ₂	4,4	6,1	0,22	0,17	0,7
2		4,3	6,2	0,21	0,18	0,8
3		4,7	6,0	0,23	0,14	0,6
4	Ca Cl ₂ +20	7,0	7,9	0,35	0,22	0,6
5	cm ³ koloidu	7,6	7,8	0,37	0,22	0,6
6	obornika	7,8	7,9	0,39	0,22	0,6

Wpływ koloidu na pobieranie Ca Cl_2 przez buraki..

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, czy koloid obornika, dodany na czas pobierania soli, wywiera jakikolwiek wpływ na sorbcję Ca Cl_2 .

Założyłem dnia 25. IV. 1932 r. w sposób następujący:

6 szeregów roślin podzieliłem na dwie kombinacje po 3 szeregi; I komb. zanurzona w Ca Cl_2 , II komb. zanurzona w Ca Cl_2 z dodatkiem 20 cm^3 kol. obornika.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 2, z której widzimy, że koloid obornika zwiększył sorbcję Ca Cl_2 .

Jeśli przyjmiemy średnią z komb. I-ej za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 166,6, chloru 159,5. Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,74 w kombinacji I-ej, w drugiej z dodatkiem 20 cm^3 kol. oborn. 1:0,6 odmiennie jak w doświadczeniu pierwszym. Przyczyna nierównomiernego pobrania obu jonów nie jest dotychczas wyjaśniona. P a n t a n e l l i w swoich badaniach otrzymał na 95 doświadczeń tylko w 5 przypadkach równomierne pobranie.

Z tego wynika, że obecność koloidu zwiększa przepuszczalność błony plazmatycznej w większym stopniu dla wapnia, aniżeli chloru.

Doświadczenie Nr. 3.

Gorczyca.

TABLICA Nr. 3. Gorczyca

Koloid na okres pobierania soli dodany do roztworu Ca Cl_2

Wprowadzono mg:

Ca — 95,4, Cl — 169,8

dnia 1/V.32 r. doświadczenie trwało 48 godzin.

L. P. szereg	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr korzeni				stosunek rów- noważników
		miligramów		miligramo— równoważ.		Ca:Cl=1:
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	Ca Cl_2	3,1	6,8	0,15	0,19	1,3
2		2,9	5,9	0,14	0,17	1,2
3		3,0	4,4	0,15	0,12	0,8
4	Ca Cl_2 + 20 cm ³	4,4	8,0	0,22	0,22	1
5	koloidu obor-	4,1	7,2	0,21	0,20	0,95
6	nika	4,2	6,2	0,21	0,17	0,8

Wpływ koloidu obornika na pobieranie Ca Cl_2 przez gorczycę.

Założyłem dnia 1. V. 1932 r. w sposób następujący: 6 szeregów podzieliłem na 2 kombinacje po 3 szeregi

I komb. zanurzono w Ca Cl_2

II komb. zanurzono w Ca Cl_2 z dodatkiem 20 cm³ kol. obornika.

Wyniki są zestawione w tablicy Nr. 3, z której widzimy, że koloid obornika zwiększył sorbcję Ca Cl_2 ; zgodnie z wynikami poprzedniego doświadczenia.

Jeśli przyjmiemy średnią z kombinacji I-ej za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 140, chloru 124,5. Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:1,1 w kombinacji I-ej a w drugiej z dodatkiem 20 cm³ koloidu obornika jak 1:0,92.

Z tego wynika, że i w tym przypadku obecność koloidu zwiększa przepuszczalność plazmy dla wapnia w większym stopniu, aniżeli chloru.

Doświadczenie Nr. 4.

Buraki.

Doświadczenie orientacyjne.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, czy koloid obornika, względnie zawiesiny gliny, dodane do pożywki mineralnej,

T A B L I C A Nr. 4 B u r a k i

Doświadczenie orientacyjne

Wprowadzono w mg:

Ca — 96,8; Cl — 171,5

dnia 22. V. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszcze- gólnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				Stosunek równowa- żnikowy Ca:Cl=1:
			miligram.		miligr. rów.		
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1	pożyw. min.	Ca Cl ₂	4,3	5,4	0,22	0,20	0,9
2	pożyw. min. + koloid obornika		6,3	8,1	0,31	0,23	0,74
3	poż. min.	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ wyciągu o- bornika	6,2	7,2	0,31	0,24	0,7
4	pożywka mine- ralna + koloid		9,0	9,5	0,45	0,30	0,66
5	poż. min.	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ zawiesiny gliny	6,2	9,7	0,31	0,30	0,96
6	pożywka mine- ralna + zawie- sina gliny		8,9	12,5	0,44	0,40	0,9

względnie dodane do pożywki mineralnej i do soli badanej na czas pobierania (48 godzin), wywiera wpływ i w jakim stopniu.

Doświadczenie to założyłem w sposób następujący; 6 szeregów roślin podzieliłem na 6 kombinacji.

I. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej,

II. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej z dodatkiem 25 cm³ kol. obornika na 1 litr. pożywki, a na czas doświadczenia obie kombinacje roślin były zanurzone w roztworze CaCl₂,

III. komb. hodowane na pożywce mineralnej,

IV. komb. hodowane na pożywce z dodatkiem 25 cm³ koloidu oborn. na 1 litr pożywki,

III. i IV. kombinacja roślin była zanurzona na czas doświadczenia w roztworze CaCl₂ z dodatkiem 20 cm³ kol. obornika,

V. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej,

VI. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej z dodatkiem 25 cm³ zawiesiny gliny na 1 l. pożywki mineralnej, a V i VI

na czas doświadczenia w roztworze CaCl_2 z dodatkiem 20 cm^3 tej-
 że zawiesiny.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 4, z
 której widzimy, że koloid obornika i zawiesina gliny zwiększają
 sorbcję CaCl_2 . Dodatek koloidu obornika do pożywki mineralnej
 zwiększa sorbcję CaCl_2 o 46,5% wapnia, chloru o 50%. Również
 dodatek koloidu obornika i zawiesiny gliny, dodanych do pożywki
 mineralnej po 25 cm^3 na 1 litr pożywki i 20 cm^3 na czas doświad-
 czenia, zwiększa sorbcję CaCl_2 . W kombinacji IV i VI o 109,3 i
 106,9% dla wapnia i chloru o 75,9 i 131,4%.

Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,7.

PH początkowe	7,8	końcowe	I. komb.	II.	III.	IV.	V.	VI.
			7,8	7,6	7,8	7,7	7,8	7,6

Jak widzimy z powyższych liczb PH zmienia się mniej więcej
 w tych samych granicach. Dodatek koloidów nie wpłynął na zmianę
 kwasowości.

Z tego doświadczenia wynika ciekawy rezultat, że wyciąg
 obornika, względnie zawiesina gliny, dodanych do pożywki wy-
 warły wpływ na sorbcję CaCl_2 , podobnie jak przy dodaniu do ba-
 danej soli.

Przy tem zjawisku mogą zachodzić dwie alternatywy: albo sy-
 stem korzonków rozwinął się silniej, albo pod wpływem ciał ko-
 loidowych zmieniła się struktura koloidalna błony plazmatycznej.
 Jeśli stosunek równoważnikowy ulega zmianie to świadczy, że pod
 wpływem ciał koloidowych zmieniła się prawdopodobnie struktura
 koloidowa, która przetrwała czas dłuższy i w następnym roztworze
 wywołała zwiększenie sorbcji soli badanej. Na tę kwestję zwraca
 się w następnych badaniach szczególniejszą uwagę.

D o ś w i a d c z e n i e Nr. 5 i 5a.

B u r a k i.

*Wpływ koloidu obornika, dodanego na czas hodowli roślin,
 względnie dodanego do roztworu CaCl_2 .*

Doświadczenie poprzednie zostało szczegółowo powtórzone.
 Mianowicie założyłem jedno doświadczenie 22. V., drugie 28. V;

TABLICA Nr. 5. Buraki.

Wpływ koloidu obornika dodanego na czas hodowli
roślin względnie dodanego na czas pobierania CaCl_2

Wprowadzono mg:

Ca — 95,4 Cl — 169,8

dnia 22 V 32r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg.	rośliny hodo- wane na po- żywce mine- ralnej	roślina w roz- tworze	pobrane ilości poszcze- gólnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				Stosunek równoważni- kowy
			miligram.		miligram — równoważ.		
			Ca	Cl	Ca	Cl	Ca:Cl=1:
1	pożywka mineral- na	Ca Cl ₂	4,0	7,3	0,20	0,20	1
2			4,2	8,2	0,21	0,23	1,09
3			3,7	9,4	0,20	0,26	1,3
4	pożywka mineral- na	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ koloidu obornika	8,6	11,1	0,40	0,31	0,77
5			8,1	10,8	0,40	0,30	0,75
6			7,4	10,3	0,37	0,30	0,81
7	pożywka mineralna + koloid obornika	Ca Cl ₂	6,9	9,5	0,35	0,30	0,85
8			6,9	9,1	0,33	0,30	0,03
9			5,6	8,5	0,28	0,24	0,85

TABLICA Nr. 5a. Buraki.

Wpływ koloidu obornika dodanego na czas hodowli roślin,
względnie dodanego na czas pobierania CaCl_2

Wprowadzono mg:

Ca — 95,4, Cl — 169,8

dnia 28. V. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg	rośliny ho- dowane na pożywce mi- neralnej	roślina w roz- tworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. ko- rzeni				stosunek równoważni- kowy
			miligram.		miligram — równoważ.		
			Ca	Cl	Ca	Cl	Ca:Cl = 1:
1	pożywka mi- neralna	Ca Cl ₂	3,7	6,0	0,19	0,17	0,88
2			3,9	7,1	0,19	0,19	1
3			3,6	7,5	0,18	0,20	1,1
4	pożywka mi- neralna	Ca Cl ₂ 20 cm ³ kaloиду obor.	7,2	8,7	0,36	0,25	0,69
5			7,3	9,6	0,37	0,27	0,73
6			7,5	10,5	0,35	0,30	0,85
7	pożywka mineralna + koloid o- bornika	Ca Cl ₂	6,0	8,1	0,30	0,23	0,76
8			6,2	8,5	0,31	0,24	0,77
9			6,5	9,0	0,33	0,26	0,78

w sposób następujący: 9 szeregów roślin podzieliłem na 3 kombinacje.

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, a na czas doświadczenia zanurzone w roztworze CaCl_2 .

II. kombinacja pożywka ta sama co w I. komb., a na czas doświadczenia zanurzone w roztworze CaCl_2 z dodatkiem 20 cm^3 koloidu obornika.

III. kombinacja pożywa mineralna + 25 cm^3 na litr pożywki mineralnej koloidu obornika, a na czas doświadczenia zanurzone w roztworze CaCl_2 .

Wyniki tych dwóch doświadczeń zestawiono w tablicach Nr. 5 i 5a, z których widzimy, że dodatek wyciągu obornika do pożywki wywarł mniejszy skutek, aniżeli dodatek tego ciała do samej soli badanej.

Jeśli średnią z I. kombinacji tablicy 5-ej przyjmiemy za 100%, to w kombinacji II dla wapnia jest 205,1, chloru 128,9; w III-ej dla wapnia jest 166,6, chloru 108,4.

Jeśli średnią z I-ej kombinacji tablicy 5a przyjmiemy za 100%, to w II-ej jest dla wapnia 197,2, chloru 139,1; w kombinacji III-ej dla wapnia jest 167,5, chloru 123,1.

Widzimy, że te dwa identyczne w różnym czasie przeprowadzone doświadczenia dają bardzo podobne rezultaty.

Stosunek równoważnikowy w doświadczeniu piątym dla kombinacji I-ej jest 1:1,13, drugiej jak 1:0,77, trzeciej jak 1:0,87.

Stosunek równoważnikowy doświadczenia tablicy piątej a, dla kombinacji pierwszej jest jak 1:0,99, drugiej jak 1:0,76, trzeciej jak 1:0,77 zgodnie z poprzednimi doświadczeniami.

Z tego wynika, że w obu doświadczeniach koloid obornika znacznie silniej podnosi przepuszczalność plazmy dla Ca, aniżeli chloru.

PH roztworu soli badanej przed doświadczeniem 7,8 przy końcu doświadczenia w kombinacji pierwszej 6,8; 6,5; 7, w drugiej 6,8; 6,5; 7, trzeciej 7,8; 6,5; 7.

Badania kwasowości przemawiają zatem, że nie zmiana PH zwiększa pobieranie jonów, lecz inne momenty, wynikające z charakteru koloidowego ciał. Doświadczenia powyższe przemawiają zatem, że przyczyną zwiększającej się przepuszczalności plazmy dla jonów jest zmiana struktury plazmy nie zaś zwiększenie korzeni. Gdyby działała tylko powiększona powierzchnia sorbcyjna, to ten wpływ, gdzie rośliny były przez 3 tygodnie w zetknięciu z ko-

loidem byłby silniejszy, aniżeli w przypadku zetknięcia przez krótki czas, 48 godzin.

Doświadczenie Nr. 6.

Buraki.

TABLICA Nr. 6 — Buraki.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin,
względnie dodanej na czas pobierania CaCl_2 .

Wprowadzono mg.

Ca — 90,5, Cl — 160,7

dnia 18--VI-32 r. doświadczenie trwało 48 godzin.

L. P. szereg	rośliny hodo- wane na po- żywce mine- ralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				stosunek równoważni- kowy Ca:Cl=1:
			miligram.		miligram— równoważ.		
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1	pożywka mineralna	Ca Cl ₂	4,2	5,5	0,21	0,16	0,76
2			4,6	6,2	0,23	0,18	0,78
3			4,3	5,8	0,22	0,16	0,72
4	pożywka mineralna + zawiesina gliny	Ca Cl ₂	6,8	7,7	0,34	0,22	0,64
5			6,9	10,8	0,35	0,30	0,86
6			6,7	10,9	0,34	0,30	0,88
7	pożywka mineralna + zawiesina gliny	Ca Cl ₂ + 20cm ³ zawie- siny gliny	8,7	11,7	0,43	0,33	0,77
8			8,5	11,8	0,43	0,33	0,77
9			8,8	13,4	0,44	0,37	0,84

Wpływ zawiesiny gliny, dodanej na czas hodowli roślin względnie dodanej na czas pobierania CaCl_2 .

Celem tego doświadczenia jest dokładniejsze poznanie wpływu zawiesiny gliny na przepuszczalność plazmy dla CaCl_2 .

Założyłem dnia 18. VI. 1932 r. w sposób następujący: 9 szeregów roślin podzieliłem na trzy kombinacje po 3 szeregi;

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, a na czas pobierania zanurzone do roztworu Ca Cl_2 ,

II. kombinacja pożywka jak w pierwszej z dodatkiem 25 cm³ zawiesiny gliny na 1 litr pożywki mineralnej, a następnie były zanurzone w roztworze CaCl_2 ,

III. kombinacja hodowla roślin taka jak w kombinacji drugiej, a następnie rośliny były zanurzone w CaCl_2 z dodatkiem 20 cm³ zawiesiny gliny.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 6, z której widzimy, że dodatek zawiesiny do pożywki mineralnej jak

również i do soli badanej przyczynił się do zwiększenia sorpcji CaCl_2 . Jeśli średnią z pierwszej kombinacji przyjmujemy za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 154,5, chloru 165,6 w trzeciej dla wapnia 195,4, chloru 212.

Z powyższych cyfr wynika, że zawiesina gliny działa na przepuszczalność plazmy zarówno w przypadku jej obecności w roztworze chlorku wapnia jak i w przypadku dodatku gliny do pożywki. Najsilniejsze zwiększenie przepuszczalności nastąpiło wtedy, jeśli dodano zawiesinę gliny i do pożywki i do roztworu chlorku wapnia. Również z cyfr wnioskować należy, że obecność zawiesiny gliny zwiększa przepuszczalność błony plazmatycznej dla chloru w większym stopniu aniżeli dla wapnia. Działanie zawiesiny gliny jest w tym kierunku odmienne, aniżeli wyciągu koloidowego obornika.

Stosunek równoważnikowy waha się w kombinacji pierwszej jak: 1:0,75, drugiej jak 1:0,79 w trzeciej 1:0,79.

Jeżeli w tem doświadczeniu badamy stosunek równoważnikowy, to uderza, że i w pierwszych szeregach kombinacji pierwszej odbiega on od jedności. Przenikanie chloru jest o $\frac{1}{4}$ mniejsze aniżeli wapnia. Atoli należy podkreślić ten fakt, że zawiesina dodana czy to do pożywki, czy to do roztworu soli mineralnej nieznacznie zmienia stosunek równoważnikowy pobranych soli.

PH na początku doświadczenia 7,8 przy końcu doświadczenia kombinacji pierwszej jest 7; 6,5; 6,5; drugiej 6,8; 6,5; 6,5 trzeciej 6,5; 6,5; 7. Dodatek zawiesiny nie wpłynął na zmianę kwasowości końcowej, gdyż waha się w tych samych granicach co w czystym roztworze.

D o ś w i a d c z e n i e Nr. 7.

B u r a k i.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin, względnie dodanej na czas pobierania CaCl_2 .

Doświadczenie to założyłem dnia 23. VI. 32 r. w podobny sposób jak poprzednie. Mianowicie 9 szeregów roślin podzieliłem na trzy kombinacje po 3 szeregi.

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, następnie były zanurzone na czas pobierania w roztworze CaCl_2 .

II. kombinacja hodowane tak samo, jak w pierwszej kombinacji, a na czas pobierania była dodana zawiesina gliny 20 cm^3 na 200 cm^3 płynu badanego.

III. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej

T A B L I C A Nr. 7. B u r a k i.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin, wzgl. dodanej na czas pobierania Ca Cl_2 .

Wprowadzono w mg:

$\text{Ca} = 90,5$, $\text{Cl} = 160,7$

dnia 23-VI-32 r. doświadczenie 48 godzin.

L. P. szereg	rośliny ho- dowane na pożywcę mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszcze- gólnych jonów obliczone na 0,1 gr korzeni				stosunek równoważ- ników Ca : Cl = 1:
			miligramów		miligram — równoważ.		
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1	pożywka	Ca Cl ₂	4,3	6,7	0,22	0,18	0,85
2	mineralna		5,1	7,8	0,26	0,22	0,84
3			5,2	8,0	0,26	0,22	0,84
4	pożywka	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ zawiesi- ny gliny	6,8	8,4	0,34	0,24	0,77
5			7,9	10,4	0,39	0,29	0,74
6	mineralna		7,9	11,0	0,39	0,30	0,76
7	pożywka	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ zawiesi- ny gliny	8,5	12,2	0,43	0,34	0,79
8	mineralna		8,5	11,8	0,43	0,33	0,76
9	+ zawiesina gliny		8,6	12,4	0,43	0,35	0,81

z dodatkiem 25 cm^3 zawiesiny gliny na 1 l. pożywki i na czas pobierania była dodana zawiesina gliny 20 cm^3 .

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 7, z której widzimy, że zawiesina, dodana do pożywki, bądź też do soli badanej, zwiększyła sorbcję CaCl_2 .

Jeśli średnią z pierwszej kombinacji przyjmiemy za 100%, to w drugiej kombinacji jest dla wapnia 153, chloru 132, w trzeciej dla wapnia 173,4, chloru 161,3.

Stosunek równoważnikowy waha się w pierwszej kombinacji jak 1:0,84, w drugiej jak 1:0,73, w trzeciej jak 1:0,78.

PH na początku doświadczenia roztworu badanego 7,8 przy końcu doświadczenia w kombinacji pierwszej 7; 6,6; 6,5; drugiej 6,7; 6,5; 6,5, w trzeciej 6,5; 6,5; 7. Dodatek zawiesiny i w tym doświadczeniu nie wpłynął na zmianę kwasowości końcowej, gdyż waha się w tych samych granicach co w czystym roztworze jak również z dodatkiem zawiesiny gliny.

Wnioski tego doświadczenia są zbliżone do wniosków poprzedniego. Mianowicie dodatek zawiesiny zwiększa poważnie ilość pobranych jonów. Jeżeli dodano także do pożywki i do soli badanej, to ilość pobranych jonów jeszcze bardziej wzrosła. Jeżeli badano stosunki równoważnikowe pobranych jonów, to ulegają one pod wpływem zawiesiny bardzo nieznacznym wahaniom. Mianowicie

przepuszczalność wapnia jest nieco silniejsza niż chloru, odmiennie jak w doświadczeniu 6. Jednakże trudno rozstrzygnąć, czy ta zmiana polega na własności, jaką wywiera zawiesina, czy też wahania wywołane są nieuniknionymi błędami doświadczenia. W każdym razie doświadczenie to zgodnie z poprzednimi jasno wykazuje, że zawiesina gliny nie wywiera tak znacznej zmiany na stosunek pobrania obu jonów, jak wyciąg obornika.

Doświadczenie Nr. 8.

BURAKI.

TABLICA Nr. 8. Buraki.

Wpływ obecności koloidów obornika, względnie zawiesiny gliny dodanych do wody, w której umieszczono na 18 dni rośliny wyhodowane w pożywce mineralnej, a potem wszystkie rośliny zanurzono na czas doświadczenia do roztworu Ca Cl_2 .

Wprowadzono mg:

Ca — 90,5, Cl — 160,7.

dnia 28. VI. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg.	rośliny umieszczone w roz- tworze	roślina w roztworze	pobrano ilość poszczególnych jonów obliczono na 0,1 gr. korzeni				Stosunek równoważ- nikowy Ca:C1=1 :
			miligramów		miligram. — równoważ.		
			Ca	C1	Ca	C1	
1	H ₂ O	Ca Cl ₂	3,6	3,4	0,18	0,10	0,6
2			3,5	3,5	0,17	0,10	0,6
3			3,6	3,6	0,18	0,10	0,6
4	H ₂ O + 25cm ³ koloidu obor- nika		7,6	6,1	0,38	0,20	0,5
5			7,7	6,6	0,38	0,20	0,5
6			7,4	5,7	0,37	0,20	0,5
7	H ₂ O + 25cm ² zawiesiny gliny		7,8	7,7	0,39	0,22	0,56
8			7,9	8,1	0,40	0,23	0,57
9			8,3	8,6	0,41	0,24	0,6

Doświadczenie to założyłem w sposób następujący: początkowo wszystkie rośliny były hodowane na pożywce mineralnej przez 7 dni. Następnie podzieliłem na 3 kombinacje po 3 szeregi.

I. kombinacja woda wodociągowa.

II. „ „ „ + 25 cm^3 koloidu obornika na litr wody.

III. „ „ „ + 25 cm^3 zawiesiny gliny w tym samym stosunku.

Rośliny hodowano w wodzie przez 18 dni, zmieniając ją co trzeci dzień. Po upływie tego czasu wszystkie rośliny zanurzone na czas doświadczenia (48 godzin) do roztworu CaCl_2 .

Wyniki doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 8, z której widzimy, że dodatek 25 cm^3 koloidu obornika do wody, względnie zawiesiny gliny zwiększył sorbcję CaCl_2 .

Jeśli przyjmiemy średnią z pierwszej kombinacji za 100%, to pobranie wapnia zwiększa się do 214,2, chloru 179, w trzeciej kombinacji wapnia do 228, chloru 238,1.

Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,6, małe odchylenie 0,1 w kombinacji drugiej należy tłumaczyć nieuniknionymi błędami doświadczalnymi. Wyjątkowo niski stosunek równoważnikowy 1:0,6 tłumaczyć się może tem, że rośliny przebywały przez 18 dni w warunkach silnego głodu.

PH na początku doświadczenia soli badanej 7,8, przy końcu w kombinacji pierwszej 7; 6,5; 6,5; drugiej 7,6; 6,5; 7; trzeciej 6,5; 7; 6,5.

Wysnuwając wnioski z tego doświadczenia rozważyć należy dwie alternatywy: albo korzenie rozwinęły się silniej pod wpływem koloidów obornika, względnie zawiesiny gliny, albo koloid wpłynął rozluźniająco na błonę plazmatyczną i ten stan rozluźnienia przetrwał czas dłuższy i wywołał w soli badanej większą przenikliwość błony plazmatycznej dla danej soli. To doświadczenie przemawia za pierwszą alternatywą, dlatego, że rośliny przebywały długi czas w zetknięciu z koloidem, gdy równoległe kultury były w wodzie. Wobec roztworu koloidowego mogły się korzenie roślin rozwinąć, zaczem przemawia sucha masa korzeni. Aczkolwiek rezultaty obliczone są na jednostkę suchej masy, to jednak to nie uchyla możliwości, że większa ilość drobnych korzonków, względnie włośników mogła spowodować intensywniejsze pobieranie soli. To też wyniki powyższego doświadczenia przyjąć należy z zastrzeżeniem, gdyż nie mogą one posłużyć na poparcie tezy o działaniu rozluźniającem struktury plazmy przez kolloidy. Przebywanie roślin w roztworze koloidowym względnie w wodzie trwało bowiem zbyt długo.

D o ś w i a d c z e n i e Nr. 9.

B u r a k i.

Wpływ różnej ilości koloidu obornika.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, jaka ilość koloidu działa najkorzystniej na sorbcję CaCl_2 . Założyłem 26. VII. 32 r.

TABLICA Nr. 9. Buraki.

Wpływ różnej ilości koloidu obornika.

Wprowadzono mg:

Ca — 91,5, Cl — 162,3.

dnia 26. VII. 32r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P- szereg	różna ilość koloidu obornika	pobrane ilości poszczegól- nych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				stosunek rów- noważnikowy
		miligramów		miligram — równoważ		
		Ca	Cl	Ca	Cl	Ca:Cl = 1:
1	Ca Cl ₂	3,7	5,6	0,18	0,16	0,88
2		3,5	5,0	0,18	0,14	0,77
3		3,8	6,4	0,19	0,18	0,94
4	Ca Cl ₂ + 5 cm ³ koloidu oborn.	4,0	6,4	0,20	0,18	0,94
5		4,0	6,7	0,20	0,16	0,80
6		3,5	6,1	0,18	0,17	0,94
7	Ca Cl ₂ + 10 cm ³ koloidu oborn.	4,2	7,5	0,21	0,21	1
8		4,3	6,8	0,21	0,19	0,9
9		4,3	6,9	0,21	0,17	0,8
10	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ koloidu oborn.	7,2	10,5	0,36	0,32	0,88
11		7,3	11,5	0,37	0,33	0,89
12		7,2	9,9	0,36	0,28	0,78
13	Ca Cl ₂ + 40 cm ³ koloidu oborn.	5,5	9,3	0,27	0,26	0,96
14		5,2	8,9	0,26	0,25	0,96
15		4,8	8,1	0,24	0,23	0,95

w sposób następujący: 15 szeregów roślin podzieliłem na pięć kombinacji po 3 szeregi. Następnie 3 szeregi zanurzyłem w CaCl₂, a przy dalszych szeregach zastosowałem wzrastające ilości koloidu obornika.

Mianowicie 5, 10, 20, 40 cm³ do tegoż roztworu CaCl₂.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 9, z której widzimy, że różna ilość koloidu odmiennie wpływała na sorbcję CaCl₂.

Jeśli średnią z trzech pierwszych szeregów przyjmiemy za 100%, to dla ilości

5	10	20	40	cm ³ koloidu obornika.
105,5%	119,4%	200%	141,6%	jest przy wapnie
114,2%	125%	189,2%	155,4%	przy chlorze

Stosunek równoważnikowy waha się w CaCl_2 jak 1:0,86
 w ilości 5 10 20 40 cm^3 koloidu obornika
 1:0,89 1:0,9 1:0,85 1:0,96

PH na początku doświadczenia soli badanej 7,8 przy końcu doświadczenia w pierwszej kombinacji 7,5; 6,5; 7,6; drugiej 7,0; 7,5; 7,6; trzeciej 7,7; 7,6; 7,5; czwartej 7,5; 7,6; 6,5; piątej 6,8; 6,8; 6,7. Dodatek i w tem doświadczeniu nie wpłynął na zmianę kwasowości soli badanej, jedynie w kombinacji piątej.

Z tego wynika, że obecność różnej ilości koloidu zmienia przepuszczalność błony plazmatycznej nie w jednakowym stopniu: od 5—10 cm^3 krzywa wznosi się łagodnie, a 10—20 cm^3 podnosi się gwałtownie, a przy ilości 40 cm^3 opada. Punkt obniżenia może być spowodowany słabszym rozwojem systemu korzeniowego, albo mogły wywołać ujemny wpływ reszty ciał gnilnych niedostrzegalne gołym okiem.

D o ś w i a d c z e n i e Nr. 10.

B u r a k i.

Wpływ różnej ilości zawiesiny gliny.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie jaka ilość zawiesiny gliny działa najkorzystniej na sorbcję CaCl_2 .

Założyłem 31. VII. 32 r. w sposób następujący: 15 szeregów roślin podzieliłem na 5 kombinacji po 3 szeregi. Następnie 3 szeregi zanurzyłem w CaCl_2 , a przy dalszych szeregach zastosowałem wzrastające ilości zawiesiny gliny. Mianowicie 5, 10, 20, 40 cm^3 do roztworu CaCl_2 .

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 10, z której widzimy, że różna ilość zawiesiny gliny odmiennie wpływała na sorbcję CaCl_2 . Jeśli średnią z trzech pierwszych szeregów przyjmujemy za 100%,

to dla ilości	5	10	20	40 cm^3
jest dla wapnia	113,1	126,3	189,4	144,7
chloru	127,7	140,7	211,1	166,6

Stosunek równoważnikowy waha się w pierwszej kombinacji jak 1:0,8 w ilości 5 10 20 40 cm^3
 jak 1:0,9 1:0,88 1:0,87 1:0,92

PH na początku doświadczenia 7,8 przy końcu w kombinacji pierwszej 7,5; 6,5; 7,5, drugiej 6,5; 7,5; 6,5; trzeciej 7,5; 7,5; 7,5; czwartej 7,5; 6,8; 7; piątej 7,5; 7,5; 7,5.

TABLICA Nr. 10. Buraki.

Wpływ różnej ilości zawiesiny gliny.

Wprowadzono mg:

Ca — 91,5, Cl — 162,3

dnia 3 -VII-32 r. doświadczenie trwało 48 godz.

L. P. szereg.	różna ilość zawiesiny gliny	pobrane ilości poszczegól- nych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				stosunek równoważ- nikowy Ca : Cl = 1
		miligramów		miligram- równoważ.		
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	Ca Cl ₂	4,0	6,2	0,20	0,17	0,85
2		3,8	5,2	0,19	0,15	0,78
3		3,7	5,0	0,18	0,14	0,77
4	Ca Cl ₂ + 5 cm ³ zawiesiny gliny	4,4	6,9	0,22	0,19	0,86
5		4,2	7,1	0,21	0,20	0,95
6		4,3	6,9	0,21	0,19	0,90
7	Ca Cl ₂ + 10 cm ³ zawiesiny gliny	4,7	7,5	0,24	0,21	0,87
8		5,0	7,9	0,25	0,22	0,88
9		4,7	7,4	0,23	0,21	0,90
10	Ca Cl ₂ + 20 cm ³ zawiesiny gliny	7,4	11,6	0,37	0,33	0,89
11		7,6	12,0	0,38	0,34	0,89
12		7,2	10,7	0,36	0,30	0,83
13	Ca Cl ₂ + 40 cm ³ zawiesiny gliny	5,7	9,6	0,28	0,27	0,96
14		5,6	9,4	0,28	0,27	0,96
15		5,4	8,1	0,27	0,23	0,85

Dodatek różnej ilości zawiesiny nie wpłynął na zmianę kwasowości soli badanej, gdyż zmienia się w tych samych mniejszych granicach.

Z tego wynika, że obecność różnej ilości zawiesiny gliny w roztworze soli badanej, zmienia przepuszczalność błony plazmatycznej nie w jednakowym stopniu; od 5—10 cm³. zawiesiny gliny dodanej do roztworu soli badanej krzywa wznosi się łagodnie, a od 10 — 20 cm³ podnosi się gwałtownie, a przy 40 cm³ opada.

4. DYKUSJA WYNIKÓW.

Opisane doświadczenia, przeprowadzone w kulturach wodnych z burakami i gorczycą, umożliwiają poznanie przepuszczalności plazmy komórek korzeniowych buraków i gorczycy dla chlorku wapnia; a w szczególności doświadczenia umożliwiają wykazanie wpływu koloidowego wyciągu próchnicznego obornika oraz za-

wiesiny gliny na przepuszczalność błony plazmatycznej dla owej soli. Zwiększenie przepuszczalności pod wpływem ciał wyżej wspomnianych dla chlorku wapniowego, może mieć przyczynę bądź to wskutek zwiększenia powierzchni absorbcyjnej korzeni, bądź to wskutek zmiany struktury plazmatycznej; rozgraniczenie obu możliwości było przedmiotem rozważań przy wykonaniu niniejszych doświadczeń. Wobec tego, że są to pierwsze w tym kierunku podjęte doświadczenia, praca niniejsza ma charakter orientacyjny.

Zanim przystąpiłem do właściwego tematu, starałem się poznać warunki pobierania chlorku wapnia przez korzenie użytych do doświadczeń roślin, to znaczy buraków i gorczycy. Okazało się w szeregu doświadczeń, że obie rośliny mogą pobierać oba jony w stosunku równoważnikowym jak 1:1 t. zn. że sól zostaje pobrana bez pozostawienia reszty. Atoli w szeregu przypadków zachodziły znaczne odchylenia od tego stosunku, stosunek się zmieniał, to znaczy rośliny więcej Ca pobierały, aniżeli Cl.

We wszystkich doświadczeniach, w których badano wpływ koloidu obornika dodanego do roztworu chlorku wapnia, stwierdzono, że ów koloid powoduje znacznie silniejsze pochłonięcie obu jonów przez korzenie roślin. Okres trwania tego doświadczenia jest zbyt krótki (48 godzin), aby mogła tutaj odgrywać jakąś rolę znacznie powiększona powierzchnia chłonna, to znaczy rozrost komórek, tembardziej, że z oznaczenia suchej masy korzeni wynika, że pod wpływem koloidów nie zaszły poważne zmiany. Jeżeli to stosunkowo krótkotrwałe działanie koloidu na korzenie roślin tak wywiera wpływ, że pobrana ilość soli wzrasta niekiedy o 100%, to przyczynę tego zjawiska upatrywać należy w oddziaływaniu koloidu na strukturę błony plazmatycznej komórek korzeniowych. Można by wprowadzić podnieść ewentualnie ten zarzut, że owa sól CaCl_2 wchodzi w jakiekolwiek połączenie z koloidem, które byłoby łatwiej przyswajalne, aniżeli czysta sól mineralna; jednakże podnieść należy ten fakt, że nie tylko wapno, ale chlor zostaje energiczniej pobrany pod wpływem koloidu. Zasadniczo niema różnicy w zachowaniu obu roślin gorczycy i buraków, co z pewnem prawdopodobieństwem przemawia za ogólnym charakterem tego zjawiska. Doświadczenie czwarte ma charakter orientacyjny celem wyjaśnienia wpływu, jaki wywierają ciała koloidowe dodane do pożywki mineralnej. Z doświadczenia piątego wynika, że przy burakach energiczniej działał koloid dodany do roztworu CaCl_2 , aniżeli dodany do pożywki. Wpływ koloidu dodanego do pożywki aczkolwiek był

wyraźny, to jednak był znacznie słabszy, aniżeli wpływ koloidu dodanego do roztworu CaCl_2 , mimo że w pierwszym wypadku koloid działał w okresie dwóch tygodni wobec 48 godzin w wypadku drugim. Z tego porównania jasno wynika, że zwiększenie przepuszczalności wywołane koloidem, nie polega w znacznym stopniu na wzroście korzeni, lecz na zmianach strukturalnych błony plazmatycznej roślin. Porównując działanie wyciągu koloidowego obornika i zawiesiny gliny uderza ten fakt, że analogiczny wpływ, jaki wywiera koloid obornika, którego roztwór jest jednorodny, wywiera również zawiesina gliny, która pod względem fizyko-chemicznym ma odmienny charakter; jest to zawiesina drobnych cząsteczek, mikroskopowo dostrzegalnych. Jeżeli przeto oba tak różnorodne ciała wywierają podobny skutek na plazmę roślinną, to przypuszczalnie polega to na podobnym oddziaływaniu różnych ciał na strukturę plazmy. Zwłaszcza doświadczenie 7 wykazuje, że owa zawiesina gliny, dodana do roztworu CaCl_2 , zwiększa przepuszczalność komórki dla owej soli bardzo poważnie. Jeżeli dodano ową zawiesinę gliny do pożywki i do roztworu CaCl_2 , to pobranie obu jonów jeszcze bardziej wzrosło, jednakże to zwiększenie polegać może na silniejszym rozroście komórek. Oba ciała, koloid próchniczny obornika jak i zawiesina gliny, działające w bardzo niskich koncentracjach, wywierają mniejszy skutek, o ile je dodano do pożywki, natomiast silniej zwiększają przepuszczalność plazmy, jeżeli je dodano do roztworu chlorku wapniowego. To działanie przemawia zatem, że pod wpływem ciał koloidowych struktura plazmy uległa zmianie, przyczem pod wpływem wyciągu obornika silniej zwiększyła się przepuszczalność dla Ca aniżeli dla Cl , natomiast zawiesina gliny działa więcej równomiernie na oba jony. Można nawet tę tezę postawić, że pobudzanie roślin ciałami koloidowymi do silniejszego rozrostu ma swój początek w zmianie struktury plazmatycznej, to znaczy, że oba zjawiska są w przyczynowym związku.

Przytem podnieść należy, że PH pod wpływem dodatku koloidu i hodowanych roślin zmienia się w poszczególnych kulturach nieznacznie tak, że w każdym razie nie należy przypuszczać, by ten czynnik mógł zmienić przepuszczalność błony plazmatycznej dla CaCl_2 .

5. ZESTAWIENIE WYNIKÓW.

1). Buraki i gorczyca sorbują CaCl_2 z soli zdysocjowanych roztworów, przyczem sól może być pobrana w całości bez pozosta-

wienia reszty to znaczy w stosunku równoważnikowym jak 1:1; jednakże w większości przypadków sorbowały więcej Ca niż Cl.

2) Efekt sorbcji na podstawie różnicy zawartości soli przed i po doświadczeniu można już wykazać po stosunkowo krótkim czasie sześciu godzin.

3) Wyciąg koloidowy obornika dodany do roztworu soli badanej zwiększa sorbcję CaCl_2 , jednakże w większym stopniu wpływa na pobieranie Ca niż Cl.

4) Wyciąg koloidowy obornika dodany do pożywki mineralnej również przyczynia się do intensywniejszego pobrania CaCl_2 , jakkolwiek działanie to jest słabsze od działania wyciągu koloidowego w przypadku dodania go do roztworu CaCl_2 . Oba te działania mogą spowodować tak silne zwiększenie pobrania soli, że wzrasta ono o przeszło 100%.

5) Zawiesina gliny dodana do roztworu badanej soli zwiększa również sorbcję CaCl_2 , jednakże nie wpływa na zmianę stosunku równoważnikowego, t. zn. zwiększenie dla wapnia jak i chloru jest prawie równomierne.

6) Zawiesina gliny dodana do pożywki także zwiększa pobranie soli CaCl_2 , i to działanie jest prawie dorównywujące działaniu zawiesiny gliny w przypadku dodania jej do roztworu CaCl_2 .

7) Wyciąg obornika zarówno jak i zawiesina gliny działa na przepuszczalność plazmy wobec CaCl_2 optymalnie w pewnej koncentracji.

8) Koncentracja jonów wodorowych względnie hydroksylo- wych zmienia się w kulturach z badanymi ciałami koloidowymi tylko nieznacznie tak, że zmiany w tym kierunku następujące nie mogą być uważane jako przyczyna obserwowanych zjawisk zmiany przepuszczalności plazmy dla CaCl_2 .

9) Przyczyna zmiany przepuszczalności plazmy dla CaCl_2 polega najprawdopodobniej na zmianie struktury plazmy.

10) Przypuszczać nawet można, że zmiana struktury plazmy jest przyczyną pobudzającego działania ciał koloidowych na wzrost komórek korzeni roślin.

Panu Prof. Dr. *Br. Niklewskiemu* za kierownictwo pracą i cenne wskazówki składam na tem miejscu szczere podziękowanie.

RESUMÉ.

1. 3—4 wöchentliche Wasserkulturen von Zuckerrüben und Senf nahmen aus einer 1/40 norm. CaCl_2 - Lösung während 48 Std. deutlich wahrnehmbare Mengen von Ionen auf, und zwar in einem Äquivalentverhältnis von 1:1; doch in der Mehrzahl der Fälle wurde mehr Ca^{++} als Cl^- Ionen aufgenommen.

2. Die Aufnahme konnte schon nach 6 Std. wahrgenommen werden.

3. Ein kolloidaler Humusextrakt aus Stallmist bewirkte eine intensivere Aufnahme der Ionen, und zwar wurde mehr die Aufnahme von Ca^{++} als Cl^- Ionen gefördert.

4. Wenn der Mistextrakt zur Nährlösung zugesetzt wurde, wurde ebenfalls die Aufnahme der Ionen gefördert, doch weniger als im Falle des Zusatzes der Kolloidlösung zur CaCl_2 - Lösung. Beide Wirkungen konnten sich summieren, sodass die Ionenaufnahme bis auf 100% gesteigert wurde.

5. Ebenso steigerte ein Zusatz von Lehmaufschwemmung die Aufnahme des Salzes, jedoch beider Ionen fast in gleicher Weise.

6. Ebenso steigerte ein Zusatz von Lehmaufschwemmung zur Nährlösung die Aufnahme des Salzes in gleicher Weise, wie bei Zusatz zur Salzlösung.

7. Der Stallmistextrakt und die Lehmaufschwemmung steigerten die Durchlässigkeit des Plasmas für CaCl_2 bei einer optimalen Konzentration der Kolloidlösung.

8. Die Konzentration der H und OH - Ionen änderte sich in den Kultur - Lösungen mit Kolloiden nur unwesentlich, sodass die Kolloidwirkungen nicht in einer Änderung der Konzentration der H und OH - Ionen gesucht werden können.

9. Die Änderungen der Durchlässigkeit für CaCl_2 beruhen wahrscheinlich auf der Änderung der Plasmastruktur.

10. Es ist sogar anzunehmen, dass die Änderung der Plasmastruktur die Ursache der Reizwirkung der Kolloide auf das Wurzelwachstum bildet.