TADEUSZ LITYŃSKI

(z Zakładu Chemii Rolniczej U. J.)

O ZMIANIE ODCZYNU TREŚCI KOMÓRKOWEJ U OWSA JAKO SKUTKU POBRANIA PRZEZEŃ NADMIERNIE DUŻYCH ILOŚCI FOSFORU.

(Du changement de la réaction du contenu cellulaire chez
l'avoine à la suite de l'assimilation de quantités excessives
de phosphore).

(Wpłynęło 30.XI 1936 r.)

W poprzedniej pracy (1) autor przedstawił wyniki doświadczeń wazonowych z owsem, w których jako nawożenia fosforowego użyto bardzo wysokich dawek kwasu fosforowego w postaci fosforanu dwuwapniowego i chemicznie obojętnej mieszaniny fosforanu jedno — i dwuamonowego (10 g P_2O_5 na wazon). W wyniku pobrania znaczniejszych ilości fosforu, uległy rośliny pewnemu zaburzeniu fizjologicznemu, które objawiło się usychaniem, bieleniem i żółknieniem liści. Na podstawie oznaczenia zawartości poszczególnych kategorii związków fosforowych znalezionych w roślinie (rośliny zostały zebrane w okresie kłoszenia się) stwierdzono, że większa część pobranego fosforu pozostała w soku komórkowym w postaci nieprzetworzonej, t. j. w formie nieorganicznych fosforanów. Ponieważ nie zauważono u roślin żadnych anormalności w przemianie materii azotowej, ani w pobieraniu składników popielnych (za wyjątkiem oczywiście fosforu), przeto wyrażono przypuszczenie, że stan chorobowy, któremu rośliny uległy, mógł leżeć w zakwaszeniu się treści komórkowej roślin przefosfo-

rowanych, za czym przemawiały również wartości otrzymane dla stosunków równoważników zasadowych do kwasowych. Ciekawe to spostrzeżenie wymagało wszakże jeszcze dowodu bezpośredniego. Dostarczenie takiego dowodu było właśnie celem niniejszej pracy.

1. *Doświadczenia wazonowe.*

Kultury wazonowe owsa założono na glebie z okolic podkarpackich, bardzo ubogiej w fosfor. Przy zakładaniu doświadczenia zastosowano jednakowe nawożenie podstawowe dla wszystkich wazonów, a mianowicie: 1 g K_2O (w połowie jako siarczan, w połowie jako chlorek), 0,25 g P_2O_5 i 0,07 g N w postaci chemicznie obojętnej mieszaniny fosforanu jedno — i dwuamonowego. Każda z dwóch serii składała się z czterech powtórzeń. W każdym wazonie zasadzono po 32 ziarna owsa. Maksymalna pojemność wzgl. wody, oznaczona metodą Wahnschaffego (2), wynosiła 34%. Wilgotność ziemi utrzymywano z początku w wysokości 60% całkowitego nasycenia, począwszy zaś od 48 dnia wegetacji aż do zebrania plonów doprowadzano wilgotność do 70% maksymalnego nasycenia. Przez pierwsze 28 dni wegetacji wazony podlewane były wodą destylowaną, później rośliny serii I podlewano roztworem azotanu amonowego, zaś rośliny serii II roztworem obojętnej mieszaniny fosforanu jedno — i dwuamonowego. W ten sposób rośliny serii I otrzymywały przy podlewaniu tylko nawożenie azotowe, zaś rośliny serii II nawożenie azotowo-fosforowe. Każdorazowa dawka nawożenia azotowego wynosiła 0,07 g N na wazon, zaś każdorazowa dawka nawożenia azotowo-fosforowego 0,25 g P_2O_5 i 0,07 g N. Ponieważ w jednym z wazonów owies powschodził bardzo słabo i nierówno, przeto wazon ten odrzucono, tak, że ilość powtórzeń serii I wynosiła 4, zaś w serii II tylko 3. Nawożenie azotowe oraz azotowo-fosforowe dawkowano początkowo t. j. w 5-tym tygodniu wegetacji roślin, w ten sposób, że jednego dnia podlewano wodą czystą, zaś drugiego, wodą zawierającą pokarm azotowy, wzgl. azotowo-fosforowy. Po tygodniu tego rodzaju postępowania, t. j. na początku 6-go tygodnia wegetacji, zauważono pierwsze objawy patologiczne, analogiczne jak w doświadczeniach (1), t. j. więdnienie końców liści, skręcanie się ich, bieleńcie na brzegach i końcach. Rośliny „fosforowane” otrzyma-

ły w chwili zaobserwowania tych objawów 1,25 g P_2O_5 i 0,35 g N. Gdy w ciągu 6-go tygodnia zaprzestano dawkować, rośliny zaczęły ponownie rozwijać się pomyślnie, a zaobserwowane objawy zatrucia nie rozszerzały się na dalsze, uprzednio zdrowe, części roślin. Ponowne objawy zatrucia wystąpiły dopiero wówczas, gdy zaczęto roślinom dostarczać pokarm fosforowy. W ostatnim tygodniu wegetacji dla wywołania silnego zatrucia dawano codziennie po 0,5 g P_2O_5 na wazon.

2. Parowanie.

Celem stwierdzenia, czy wzmożone nawożenie fosforowe pociąga za sobą zmiany w parowaniu, notowano od chwili doprowadzania do wazonów nawożenia azotowego, wzgl. azotowo-fosforowego, wagę wyparowanej wody w wazonach obu serii. Parowanie samych roślin oznaczono, odejmując od otrzymanych liczb stratę na wadze wazonów nieobsianych. W tabeli I podano średnie ilości wody wyparowanej przez rośliny jednego wazonu w ciągu tygodnia. Podano tam również ilości dodanego P_2O_5 w gramach do każdego wazonu w ciągu tygodnia.

TABELA I. — TABLEAU I.

Seria Série	Ilości wody wyparowanej przez rośliny jednego wazonu w ciągu tygodnia (7 dni) w gramach Eau en gr évaporée par les plantes d'un pot durant une semaine (7 jours)						En somme gr
	5-ty tydzień 5-e semaine	6-ty tydzień 6-e semaine	7-my tydzień 7-e semaine	8-my tydzień 8-e semaine	9-ty tydzień 9-e semaine	10-ty tydzień (5 dni) 10-e semaine (5 jours)	
I	225	687	1030	2932	4137	2065	11076
II	260	800	1190	3900	4570	2345	13065
Ilość P_2O_5 dodanego na wazon w gr w ciągu tygodnia P_2O_5 en gr ajoutée par pot durant une semaine	1,00	—	0,50	1,00	1,75	2,50	—

Z tabeli tej staje się widocznym, że rośliny „fosforowane” zużywały więcej wody niż „niefosforowane”. Spowodowane to było bujniejszym rozwojem roślin zasilanych fosforem i azotem w porównaniu z rozwojem roślin nawożonych jedynie tylko azotem. W tabeli II podano ilości wody zużytej na 1 gram suchej masy.

TABELA II. — TABLEAU II.

Seria Série	Średnia sucha masa pło- nu w gr na wazon Moyenne de la masse sèche en gr de la récolte, calculée pour 1 pot	Ilości wody zużytej na 1 gr suchej masy Quantité d'eau utilisée cal- culée pour 1 gr de masse sèche
I	24,5	452
II	28,4	460

Jak z tabeli tej wynika, nadmierne nawożenie fosforem nie wywarło wyraźnego wpływu na ekonomię zużycia wody.

3. Sprzęt roślin i kwasowość gleby.

W 10-tym tygodniu wegetacji skutkiem doprowadzania roślinom ogromnie wysokich dawek fosforu rośliny uległy tak silnemu schorzeniu, że dokonano sprzętu. Rośliny zostały ścięte tuż przy węźle korzeniowym i odrazu wstawione do suszarki (temp. 50°) dla zapobieżenia dalszemu oddychaniu. Po jednym wazonie z każdej serii przeznaczono do oznaczenia kwasowości soku komórkowego. Korzenie, odmyte możliwie dokładnie wodą od ziemi, suszono odrazu w suszarce celem przerwania ich dalszej wegetacji. Dalsze oczyszczanie korzeni przeprowadzono zapomocą kąpeli chloroformowej, jak w pracy poprzedniej (1). We wszystkich wazonach oznaczono następnie pomiar stężenia jonów wodorowych gleby według O. Lemmermanna (3). W tabeli III zestawione są liczby uzyskane tym sposobem.

TABELA III. — TABLEAU III.

Seria	Série	Średnia sucha masa części nadziemnych w gr na wazon	Moyenne de la masse sèche en gr des parties végétatives, calculée pour 1 pot	Średnia sucha masa korzeni w gr na wazon	Moyenne de la masse sèche des racines en gr, calculée pour 1 pot	pH gleby w zawiesinie wodnej pH du sol dans une suspension aqueuse	pH gleby w zawiesinie n. KCl pH du sol dans une suspension de n. KCl	pH gleby pierwotnej w zawiesinie wodnej pH du sol avant les expér. dans une suspension aqueuse	pH gleby pierwotnej w zawiesinie n. KCl pH du sol avant les expér. dans une suspension de n. KCl
I		24,5		2,40		5,19	4,64	6,48	5,25
II		28,4		2,29		5,92	4,81		

Jak z tabeli tej jest widocznym, gleba, na której hodowano rośliny, uległa pewnemu zakwaszeniu, znaczniejszemu tam, gdzie dawkowano samym tylko azotem. Jeżeli mimo tego rośliny te nie okazywały żadnych objawów patologicznych, to tymbardziej objawy chorobowe jakie zauważono u roślin „fosforowanych“ nie mogły pochodzić od zakwaszenia się podłoża. Powód musiał leżeć w czym innym.

4. Oznaczenie azotu i fosforu.

Oznaczono zawartość fosforu i azotu całkowitego w częściach nadziemnych i korzeniach, pierwszego według metody Neumanna (4), drugiego według metody Förstera (5), a wyniki zebrano w tabeli IV.

Można zauważyć olbrzymie różnice w zawartości fosforu u roślin obu serii. Różnice te uwydatniają się szczególnie w częściach wegetatywnych; w korzeniach różnice są też dość znaczne, choć nie w takim stopniu. Mniejsze różnice zachodzą w zawartości azotu; większe ilości azotu pobrane zostały przez rośliny „niefosforowane“, a więc stosunki mają się odwrotnie jak dla fosforu.

TABELA IV. — TABLEAU IV.

Seria Série	% P_2O_5 ogólnego na suchą masę P_2O_5 global en p. 100, calculé pour la masse sèche		absolutne ilości $mg P_2O_5$ pobrane przez rośliny na wazon Quantités absolues en mgr du P_2O_5 absorbé par les plantes d'un pot		% N ogólnego na suchą masę N global p. 100 calculé pour la masse sèche		absolutne ilości mg N pobrane przez rośliny na wazon Quantités absolues en mgr de N absorbé par les plantes d'un pot	
części vegetatywne	I	0,550	134,7		3,173		777,4	
	II	2,788	791,8		2,408		683,9	
korzenie	I	0,327	7,8		2,446		58,7	
	II	1,079	24,7		1,977		45,3	

5. Oznaczenie związków nieazotowych.

W poprzedniej pracy (1) nie przeprowadzano oznaczenia zawartości substancji bezazotowych. Nie było jednak wykluczonym, że w przemianie materii tej kategorii związków mogły zachodzić pewne różnice. Pobrany w nadmiernie dużej ilości fosfor mógł w jakiś sposób wpływać na procesy życiowe; jego działanie polegać mogło np. na pewnym zahamowaniu procesów asymilacji, wzgl. na utrudnieniu w odprowadzaniu zasymilowanej w liściach materii do innych organów rośliny. To mogło wywołać pewne zaburzenie, czego symptomem mogło być żółknięcie i usychanie liści. Dlatego przeprowadzono analizę substancji bezazotowych w roślinach obu badanych serii.

A) OZNACZENIE SUROWEGO TŁUSZCZU.

Materiał wysuszono w próżni w temp. 60°. Ługowanie eterem bezwodnym przeprowadzano 16 godzin. Pozostałość po ekstrakcji eterowej ogrzewano dwukrotnie z bezwodnym alkoholem. Po oddestylowaniu eteru i alkoholu suszono pozostałość w 100°, a po ostygnięciu w próżni szybko ważono.

B) OZNACZENIE CUKRÓW REDUKUJĄCYCH WPROST.

Substancję wolną od substancji lipidowych dygerowano wodą przez 4 godziny w 50°. W wyciągu wodnym oznaczano zawartość cukrów redukujących wprost. Ponieważ ogólnie dotąd stosowana metoda Bertranda (6) daje dla wyciągów roślinnych wyniki za niskie, skutkiem obecności w ekstraktach z materiałów roślinnych substancji białkowych, peptonów, polipeptydów i aminokwasów, przeto zastosowano metodę Lehmann-Maquenne-Schoorla (7). Zasada tej metody jest następująca: roztwór cukru zadaje się znanym nadmiarem roztworu Fehlinga, a niezredukowaną miedź oznacza jodometrycznie.

C) OZNACZENIE CUKRÓW NIEREDUKUJĄCYCH WPROST.

Wyciąg wodny, zawierający zarówno cukry redukujące, jak i nieredukujące wprost, ogrzewano z kwasem solnym we wrzącej łaźni wodnej przez 3 godziny pod chłodnicą zwrotną, celem rozłożenia cukrów złożonych na proste. Po zobojętnieniu, oznaczano zawartość cukrów jak wyżej. Zawartość cukrów nieredukujących wprost daje różnica liczb znalezionych pod c) i b).

D) OZNACZENIE SKROBII.

Substancję wolną od substancji lipidowych i cukrów ogrzewano z wodą w autoklawie przez 4 godz. pod ciśnieniem 3 atm. Po starannym przemyciu substancji aż do zaniku reakcji z jodem, invertowano zapomocą kwasu solnego, jak pod c).

E) OZNACZENIE WŁÓKNA SUROWEGO.

Oznaczenie włókna surowego przeprowadzano zapomocą zmodyfikowanej metody Henneberga i Stohmanna (8), ogrzewając substancję wolną od lipidów, cukrów i skrobii najpierw z 1,25% kw. siarkowym, następnie dwukrotnie z wodą, potem z 1,25% wodorotlenkiem potasu i znowu dwa razy z wodą.

Wyniki oznaczeń zawartości materii bezazotowej w roślinach obu serii zamieszczono w tabeli V.

TABELA V. — TABLEAU V.

Seria Série	% wody Eau en p. 100	% surowej subst. lipid. Substance lipidique brute en p. 100	% cukrów redukujących wprost Sucres réducteurs en p. 100	% cukrów nieredukują- cych wprost Sucres non réducteurs en p. 100	% skrobi Amidon en p. 100	% włókna surowego Cellulose brute en p. 100
I	7,93	10,50	1,58	1,87	7,36	32,64
II	7,94	14,92	2,04	0,57	8,18	32,69

Jak z tabeli tej wynika, w przemianie materii związków bezazotowych naogół nie było znaczniejszych zmian. Jedynie tylko w zawartości cukrów redukujących wprost, oraz cukrów nieredukujących wprost stwierdzono poważniejsze różnice u roślin obu serii. Podczas gdy u roślin hodowanych na normalnej pożywce daje się zauważyć pewna przewaga sacharozy nad monozami, u roślin „fosforowanych“ rzecz ma się odwrotnie. Pozostaje to w zgodzie z faktami stwierdzonymi przez niektórych {autorów (9), że w blaszce liściowej w wypadkach patologicznej wymiany materii zawartość glukozy staje się większą od zawartości sacharozy.

6. Oznaczenie kwasowości i stopnia zbuforowania treści komórkowej.

Ponieważ przy wyciskaniu soku z roślin mogą na skutek działalności zawartych w nim enzymów, zajść pewne procesy prowadzące do zmiany odczynu treści komórkowej (t. j. wypadkowej odczynu wodniczka i plazmy), starano się rozcieranie materiału roślinnego i następny pomiar stężenia jonów wodorowych przeprowadzać w czasie możliwie krótkim. Szczegóły postępowania były następujące:

Po zebraniu roślin miażdżono je natychmiast, przepuszczając je przez cynowaną maszynkę o ostrzach stalowych; otrzymano w ten sposób ciecz barwy zielonej z zawieszonymi w niej zmiażdżonymi częściami stałymi. Te części stałe prze-

puszczano powtórnie przez maszynkę dla lepszego rozerwania błon komórkowych. Zebraną w ten sposób miazgę wyciskano przez gazę jedwabną o bardzo małych oczkach. Z jednego wazonu otrzymano ok. 90 cm³ soku. Nie zauważono różnic co do ilości wyciśniętego płynu u roślin obu serii. Ciecz przelewano następnie do próbek wirówki, wirowano, a w cieczy zebranej z nad osadu oznaczano od razu stężenie jonów wodorowych. Używano aparatu Cambridge i elektrod: kalomelowej i chinhydronowej. W miazdze otrzymanej po wyciśnięciu soku stwierdzono pod mikroskopem, obok szkieletu nienaruszonych komórek, wiele komórek rozszarpanych i wiele treści komórkowej wypłyniętej.

pH treści komórkowej roślin serii I . . . 6,48

pH „ „ „ „ II . . . 5,65

Równocześnie przeprowadzano pomiar stopnia zbuforowania wyciśniętych soków. Kwas fosforowy, jako kwas trójzasadowy, tworzyć może trojakiemu rodzaju sole, mające rozmaity odczyn; np. fosforan jednometaliczny, wobec fosforanu dwumetalicznego, odgrywać może rolę kwasu. Tego rodzaju układy buforowe są czynnikami stabilizującymi odczyn roztworu, w którym się znajdują. Obecne w soku komórkowym fosforany regulować mogą zmiany odczynu, spełniając rolę czynników chroniących komórkę roślinną przed zbyt silnym zakwaszeniem wzgl. zalkalizowaniem (10). Wobec stwierdzenia w roślinach obu serii dość znacznych ilości fosforu, należało przypuszczać, że stopień zbuforowania soku komórkowego będzie dość duży. Rośliny „fosforowane“ zawierały jednak znaczniejsze ilości fosforu od roślin serii porównawczej, co mogło sugerować przypuszczenie, że i stopień zbuforowania u nich będzie większy. Z drugiej jednak strony, objawy patologiczne oraz dość znaczne zakwaszenie treści komórkowej roślin serii „fosforowanej“ przemawiały przeciwko temu.

Postępowano w sposób następujący: Do 10 cm³ soku, którego stężenie jonów wodorowych uprzednio już zmierzono, dolewano kroplami n/10 kwasu solnego, notując za każdym razem zmiany odczynu; zużyto w ten sposób 3 cm³ n/10 kwasu solnego. Pomiar przeprowadzano w stałej temperaturze, trzymając próbkę zawierającą sok w większej zlewce wypełnionej wodą. Po pomiarze stopnia zbuforowania, przepro-

wadzano, raz jeszcze pomiar pH pierwotnego soku, dla upewnienia się, czy w czasie dodawania kwasu nie zmienił się odczyn soku skutkiem obecności w nim enzymów. W tabeli VI podane są wartości otrzymane przy tych pomiarach.

TABELA VI. — TABLEAU VI.

Ilość cm ³ n/10 HCl Quantité de n/10 HCl en cm ³	pH soku roślin serii I pH du suc des plantes de la série I	Ilość cm ³ n/10 HCl Quantité de n/10 HCl en cm ³	pH soku roślin serii II pH du suc des plantes de la série II
—	6,48	—	5,65
0,25	6,43	0,20	5,65
0,45	6,32	0,40	5,65
0,60	5,99	0,60	5,48
0,80	5,85	0,75	5,41
1,00	5,73	0,95	5,34
1,20	5,65	1,15	5,29
1,40	5,57	1,30	5,11
1,60	5,45	1,50	5,04
1,75	5,45	1,70	4,94
1,95	5,24	1,85	4,90
2,15	5,22	2,05	4,78
2,35	5,07	2,20	4,56
2,55	4,90	2,40	4,44
2,80	4,90	2,60	4,22
3,00	4,75	2,80	4,14
—	—	3,00	4,04

pH pierwotnego soku po pomiarze stopnia
zbuforowania serii I . . 6,50

pH pierwotnego soku po pomiarze stopnia
zbuforowania serii II . . 5,65

Jak z tabeli tej jest widocznym, nie było zmiany odczynu soku wywołanego działalnością enzymów. Dodanie 3 cm³ n/10 kwasu solnego do 10 cm³ soku roślin serii II powinno wywołać spadek pH z 5,65 do 1,64. Ponieważ pH soku obniżyło się od dodatku kwasu tylko do 4,04 przeto stopień jego zbuforowania musiał być znaczny. Podobne rozumowanie dla soku wyciśniętego z roślin serii I daje wartości następujące: pH winno obniżyć się od dodatku kwasu z 6,48 do 1,64; ponieważ po zakwaszeniu pH wynosiło tylko 4,75, przeto świadczy to o znacznym stopniu jego zbuforowania.

Z doświadczeń przeprowadzonych wyciągnąć można dwa wnioski: 1) kwasowość treści komórkowej roślin „fosforowanych“ była większa niż roślin serii porównawczej, 2) stopień zbuforowania soku u obu serii roślin był znaczny; jednakże sok roślin „fosforowanych“ był słabiej zbuforowany od soku roślin serii porównawczej; uległ on też, być może, z tego powodu łatwiejszemu zakwaszeniu. Rośliny „fosforowane“ zawierały jednak więcej fosforu niż rośliny odżywiane pożywką o normalnym składzie. To przemawiałoby przeciwko przyjmowanej, przez niektórych autorów, dla kwasu fosforowego roli czynnika regulującego odczyn soku komórkowego.

Dyrektorowi Zakładu, prof. Wład. Vorbrodtowi, serdecznie dziękuję za życzliwe ustosunkowanie się do niniejszej pracy.

STRESZCZENIE.

Przeprowadzono doświadczenia wazonowe z owsem. Jedna seria roślin dostała normalne pożywienie K, N i P (seria I), zaś druga (seria II) te same ilości K i N co pierwsza, natomiast kilkakrotnie większe ilości P. Fosfor dawano w postaci chemicznie obojętnej mieszaniny fosforanu jedno- i dwuamotowego. Doświadczenia niniejsze miały wykazać, czy patologiczne objawy zaobserwowane u roślin „fosforowanych“, spowodowane były zakwaszeniem się soku komórkowego, wskutek pobrania przez rośliny nadmiernie wysokiej dawki fosforu. Oznaczono stężenie jonów wodorowych treści komórkowej roślin obu serii i znaleziono, dla roślin serii I $\text{pH} = 6,48$, a dla

roślin serii II $\text{pH} = 5,65$. Pomiar bezpośredni potwierdził więc przypuszczenie, wyrażone w poprzedniej pracy autora, że jednym z następstw pobrania przez rośliny nadmiernie dużej dawki fosforu było zakwaszenie się soku komórkowego. Stopień zbuforowania soków wyciśniętych z roślin obu serii był duży, znaczniejszy jednakże u roślin otrzymujących normalne pożywienie K, N i P.

R É S U M É.

Dans un travail précédent (1) l'auteur a décrit les résultats d'expériences en pots sur l'avoine, au cours desquelles il avait appliqué comme engrais de très fortes doses d'acide phosphorique sous forme de CaHPO_4 et d'un mélange chimiquement neutre de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ et de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (10 gr de P_2O_5 par pot). L'assimilation de fortes quantités de phosphore se traduisit par des troubles physiologiques chez les plantes dont les feuilles séchèrent, blanchirent ou jaunirent. L'auteur a supposé que l'état morbide des plantes s'expliquait par le fait que le contenu cellulaire de celles-ci était devenu acide par suite d'une assimilation trop intense de phosphore. Le présent travail se propose de fournir des preuves directes à l'appui de cette supposition.

On fit donc de nouvelles expériences sur de l'avoine cultivée en pots. En procédant aux épreuves on appliqua à tous les pots le même genre d'engrais dont la composition était la suivante: 1 gr de K_2O dont une moitié sous forme de sulfate, l'autre sous celle de chlorure, 0,25 gr de P_2O_5 et 0,07 gr de N sous forme d'un mélange neutre de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ et de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Après 28 jours de végétation, on arrosait une partie des plantes (série I) avec une solution de nitrate d'ammonium, tandis qu'une autre partie (série II) étaient arrosées avec la solution d'un mélange neutre de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ et de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, de façon que les quantités d'azote fournies fussent les mêmes. Chaque dose d'engrais azoté s'élevait à 0,07 gr de N par pot et chaque dose d'engrais phosphoré correspondait à 0,25 gr de P_2O_5 . Après avoir additionné le sol de 0,35 gr de N et de 1,25 gr de P_2O_5 , les plantes de la série II manifestèrent les premiers symptômes morbides, analogues à ce que l'auteur avait décrits dans son travail précédent. Lorsqu'on cessa ensuite de fournir du N et du P

aux plantes, elles recommencèrent à se développer normalement. De nouveaux signes d'intoxication n'apparurent qu'au moment où l'on commença à mettre de plus fortes quantités d'aliments phosphorés à la disposition des plantes (la dose appliquée chaque fois équivalait à 0,5 gr de P_2O_5). Dans la dixième semaine de végétation, les plantes devinrent tellement malades par suite de leur avoir fourni des doses si élevées de phosphore, qu'on dut procéder à la récolte. La quantité globale de P_2O_5 administré aux plantes de la série I s'élevait à 0,25 gr et correspondait à 7,00 gr pour celles de la série II.

On détermina la concentration des ions d'hydrogène du sol (tabl. III), la teneur en N et en P des parties végétatives et des racines (tabl. IV), ainsi que le contenu de substances non azotées (tabl. V). Un pot dans chaque série servait à déterminer le degré d'acidité du contenu cellulaire. Immédiatement après la récolte, les plantes étaient broyées et le produit du broyage soumis à l'action d'un petit appareil étamé, pourvu de pointes d'acier, en vue de lacérer les membranes cellulaires. Ce produit était pressuré et passé à travers de la gaze de soie, puis on versait le liquide dans les tubes à essai d'un centrifugeur. Après l'avoir centrifugé on détermina immédiatement, à l'aide de la méthode potentiométrique, la concentration des ions d'hydrogène. Le pH du contenu cellulaire des plantes de la série I s'élevait à 6,48, tandis que le pH de celui des plantes de la série II correspondait à 5,65. On détermina en même temps le degré du pouvoir tampon des sucres exprimés (tabl. VI).

Deux conclusions découlent de ces expériences: 1) l'acidité du contenu cellulaire des plantes, auxquelles on avait fourni du phosphore (série II), était plus élevée que celle des plantes de la série de contrôle (série I); 2) le degré de pouvoir tampon du suc était élevé dans l'une et l'autre série, néanmoins dans le suc des plantes dont les cultures avaient été additionnées de phosphore (série II), ce degré était un peu inférieur à celui dans le suc des plantes de la série I. C'est peut-être pour cette raison qu'il a été plus facilement acidifié.

L I T E R A T U R A .

1. T. Lityński, Uprawa roślin i nawożenie, 1935, 7, 335.
 2. Wahnschaffe, w/g J. Königa „Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe”, 1923, 27.
 3. O. Lemmermann, Methoden für die Untersuchung des Bodens, 1932, 1, 59.
 4. A. Neumann, Ztschr. f. physiol. Chemie, 1903, 37, 115.
 5. O. Förster, w/g J. Königa „Die Untersuchung landw. wichtiger Stoffe”, 1923, 224.
 6. G. Bertrand et P. Thomas, „Guide pour les manipulations de chimie biologique”, 1910, 67.
 7. Lehmann, Maqueune, Schoorl, w/g G. Kleina „Handbuch der Pflanzenanalyse”, 1932, 2, 786.
 8. Henneberg i Stohmann, w/g J. Königa „Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe”, 1923, 393.
 9. E. C. Miller, J. Agric. Res. 1924, 27, 785.
 10. A. Wróblewski, Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności, 1901, 1, 65.
-