Wpływ czystych kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu (KNO_3) przez rośliny

The influence of pure humic acids on the absorption of potassium nitrate (KNO_3) by plants

Napisali

Jan Wojciechowski i Alfons Kuźdowicz

(Wpłynęło do redakcji 12 marca 1939 — Received for publication March 12, 1939)

WSTĘP

Pobieraniem jonów przez rośliny z układów niejednorodnych ciał nie reagujących chemicznie między sobą zajmowało się szereg autorów. W tychże badaniach zwrócono przede wszystkim uwagę na pewne ciała o właściwościach koloidowych, w obecności których roślina wykazuje większą zdolność sorpcji jonów.

Spośród autorów zajmujących się tymi zagadnieniami należy wymienić Lemmermanna i Wiesmanna (1), Butkiewitscha (2), Borescha i Sachsa (3), Domontowitcha i Zinzadzego (4), Mengdehla (5), Niklewskiego (6), Pastewskiego (7), Lundegårdha (8), Niklewskiego i Wojciechowskiego (9). Wszyscy wymienieni autorowie stwierdzili zwiększoną sorpcję soli w obecności pewnych ciał o właściwościach koloidowych, jak krzemionka, zawiesina gliny, związki próchniczne. Istniejące teorie nie wyjaśniają tego zjawiska w zadowalający sposób; zgodnie utrzymuje się, że następuje zmiana przepuszczalności plazmy dla soli mineralnych w obecności ciał koloidowych.

W pracy niniejszej zajęliśmy się zbadaniem wpływu czystych kwasów próchnicznych posiadających właściwości koloidowe na sorpcję jonów K^+ i NO_3^- przez różne rośliny. W odróżnieniu od dotychczas stosowanych związków humusowych kwasy próchniczne otrzymane przez nas są pozbawione części popiołowych i azotu, w polu ultra-

mikroskopowym przedstawiają się jako sol polidispersoidowy, makroskopowo jako roztwór jednorodny.

Jony K^+ i NO_3^- w roztworze oznaczono kolorymetrycznie przy pomocy fotometru „Leifo“.

Na całość pracy składa się sześć doświadczeń przeprowadzonych z pięcioma gatunkami roślin, mianowicie: gorczycą, lnem, sałatą, słonecznikiem i konopiami (2 doświadczenia).

Metodyka i część chemiczno-analityczna

Opierając się na pracach Neubauera i Schneidra (10) stwierdzających, że rośliny najintensywniej pobierają składniki mineralne w pierwszych stadiach rozwoju, wzięto do doświadczeń rośliny młode i zdrowe z silnie rozwiniętym systemem korzeniowym.

Wykiełkowane w piasku rośliny przeniesiono po obmyciu do pożywki Pfeffera lub Zinzadzego i po 3—4 tygodniach kultury przenoszono na 10—12 godzin do naczynia z bieżącą wodą, celem usunięcia resztek soli z powierzchni korzeni. Następnie krążki wraz z roślinami umieszczano na zlewkach jenajskich poj. 250 cm³, wypełnionych 200 cm³ 1/100 n roztworu azotanu potasu i zależnie od rodzaju doświadczenia uzupełniano objętość zlewek wodą podwójnie destylowaną lub też roztworem kwasów próchnicznych do 250 cm³. Czas pobierania wynosił 48 godzin, temperatura szklarenki 24—27° C. O ile możliwości starano się nastawiać doświadczenia w dni pogodne i słoneczne, aby zapewnić kulturom najlepsze warunki sorpcji. Wyjęte ze zlewek korzenie obmywano kilkakrotnie wodą destylowaną i przelano płyn z obmywania z głównym płynem ze zlewki do kolby miarowej 500 cm³. Po dokładnym wymieszaniu odmierzono 100 cm³ płynu pipetą i rozcieńczono do 500 cm³. Do oznaczenia potasu pobierano 20 cm³, do oznaczenia azotanów 10 cm³ roztworu.

W roztworze wyjściowym w tym samym stopniu rozcieńczonym bez roślin w 20 cm³ było 0.633 mg K, a w 10 cm³ tego samego roztworu było około 0.5 mg NO_3^- .

Odcięte korzenie suszono w temp. 105° C do stałej wagi. Ilość powtórzeń w każdym szeregu wynosiła trzy. Pobrane ilości jonów w miligramach przeliczano na 100 mg suchej masy, w jednym przypadku (sałata), gdy sucha masa wahała się około 500 mg przeliczano na 500 mg suchej masy.

Roztwór azotanu potasu (KNO_3) o stężeniu 1/100 n został sporządzony z preparatu *pro analisi* Kahlbauma, woda do rozpuszczania była podwójnie destylowana z naczyń jenajskich.

Czyste kwasy próchnicze (stosowano dializę) otrzymano według sposobu podanego w Acta Societ. Bot. Pol. t. XV str. 64. W 100 cm³ roztworu kwasów próchnicznych oznaczono 20 mg masy próchnicznej.

Pomiarów ilościowych jonów K^+ i NO_3^- dokonano kolorymetrycznie przy pomocy fotometru „Leifo“. Zasada tego aparatu polega na tym, że światło ze sztucznego źródła po wejściu do aparatu dzięki obecności pryzmatu rozchodzi się w dwóch różnych kierunkach. Część światła po kilku odbiciach pod kątem prostym w pryzmatach wpada do naczynka z badanym płynem zabarwionym, gdzie ulega częściowej absorpcji, w końcu przechodzi przez pryzmat porównawczy do okularu. Druga część światła przechodzi, również po kilku odbiciach pod kątem prostym, do dwóch pryzmatów polaryzacyjnych, następnie przez pryzmat porównawczy

do okularu. Przy pomocy śruby połączonej z pryzmatami polaryzacyjnymi, i skalą liniową można zrównać zabarwienia obu pól na pryzmacie porównawczym. Uwzględniając wysokość słupa cieczy, wielkość kąta odchylenia i punkt zerowy aparatu można obliczyć tzw. moduł ekstynkcyj dla danej substancji. Na podstawie raz ustalonych modułów ekstynkcyj dla znanych koncentracji pewnej substancji można oznaczyć nieznane stężenie tej substancji bez użycia roztworów standartowych.

W tym celu sporządzamy diagram, koncentracje roztworu wyjściowego odkładamy na odciętej, odpowiadające im znalezione moduły ekstynkcyj odcinamy na rzędnej. W przypadku zachodzenia prawa Beera linia łącząca wierzchołki dwóch poszczególnych wartości (koncentracja i moduł ekstynkcyj) będzie prostą — w przeciwnym razie przybiera postać krzywej grzbietowatej.

Ustalenie modułów ekstynkcyj dla K i NO_3 w azotanie potasu.

Stosowane odczynniki:

dla potasu:

1·250/0 kwas chloroplatynowy $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,

1·90/0 chlorek cynawy SnCl_2 w stężonym kwasie solnym,

180/0 kwas solny,

800/0 alkohol;

dla azotanów:

1. roztwór brucyny zawierający 0·2 g brucyny w 10 cm^3 kwasu siarkowego stężonego, wolnego od kwasu azotowego;

2. stężony kwas siarkowy, c. wł. 1·84, wolny od kwasu azotowego.

Azotan potasu wysuszony przedtem nad pięciotlenkiem fosforu odważono w ilości 1·6305 g i rozpuszczono w litrze wody destylowanej. Jeden cm^3 tego roztworu zawierał 1 mg NO_3 . Po rozeńczeniu 20-krotnym otrzymano roztwór II, który zawierał w 10 cm^3 0·5 mg NO_3 i dla tego roztworu w różnych koncentracjach ustalono moduły ekstynkcyj przy następującym postępowaniu:

10 cm^3 tego roztworu lub mniejszą ilość uzupełnioną wodą do 10 cm^3 zadano 1 cm^3 roztworu brucyny stale mieszając, następnie przy zadaniu 20 cm^3 stęż. H_2SO_4 energicznie mieszano, aż roztwór przybrał zabarwienie żółte. Po 5 minutach stania roztwór ochłodzono pod kranem i przystąpiono do wykonania pomiarów używając filtru 510. Najmniejsza koncentracja 0·2 mg N_2O_5 w litrze.

Oznaczenie modułów ekstynkcyj dla azotanu (NO_3')

Użyte ilości <i>mg</i> NO_3 w 10 cm^3 roztworu	Znalezione moduły ekstynkcyj
0·1	0·066
0·2	0·122
0·3	0·200
0·4	0·264
0·5	0·310
0·6	0·363

Powyższe zestawienie przedstawia nam moduły ekstynkcyj dla poszczególnych koncentracji jonu NO_3' .

Z roztworu II również ustalono moduły ekstynkcyj dla potasu wyznaczając je w granicach dość szerokich, mianowicie od 0·1 mg K—1·2 mg K przy następu-

jącym postępowaniu: pewną ilość roztworu (naszego roztworu stand. od około 3—41 cm³) zadano 2 cm³ 1·25% kwasu chloroplatynowego i 3—4 kroplami kwasu solnego (1:1) na parowniczkach z ciemnym dnem i odparowywano do konsystencji syropowatej. Należy uważać, aby nie przegrzać osadu na parownicze. Po ochłodzeniu parowniczek zalewano osad małą ilością (5 cm³) alkoholu 80% i sączono przez tygiel szklany Goocha I. G. 4. i po przemyciu 20-cm³ alkoholu 80%-ego aż filtrat był bezbarwny, rozpuszczano go w gorącej wodzie i przenoszono do kolby miarowej 100 cm³. Po ochłodzeniu roztworu w kolbie dodano 3 cm³ chlorku cynawego mieszając przez pewien czas i następnie po 20 minutach uzupełniono wodą do kreski i po dalszych 15 minutach dokonano pomiaru używając filtru 460. Najmniejsza koncentracja dająca się zmierzyć około 0·5 mg K/litr.

Oznaczenie modułów ekstynkcji dla potasu (K^{*}) w KNO₃

Użyte ilości mg K w 100 cm ³	Znalezione moduły ekstynkcji
0·1	0·082
0·2	0·124
0·3	0·18
0·4	0·246
0·5	0·300
0·6	0·367
0·7	0·44
1·0	0·60
1·2	0·72

Jak widzimy w obu zestawieniach, tzn. dla jonu NO₃['] i K^{*}, w koncentracjach wyższych od 0·1 mg zachodzi prawo Beera. Z powyższych wartości wykreślona linia w układzie współrzędnych jest prostą.

W naszych doświadczeniach roztwory do pomiarów tak przygotowano, że najwyższa koncentracja przed zanurzeniem roślin wynosiła w próbce (10 cm³) dla azotanów 0·5 mg, dla potasu (20 cm³) 0·633 mg K, po okresie pobrania w najlepszym przypadku koncentracje spadły do połowy. Należy zaznaczyć, że dodatek kwasów próchnicznych nawet w najwyższej ilości 50 cm³ nie wpłynął zupełnie na dokładność pomiarów dla obu jonów, z powodu bardzo słabej absorpcji światła przez te związki próchniczne. pH roztworów przed i po doświadczeniu oznaczono aparatem Kühna.

Badania nad pobieraniem azotanu potasu

Doświadczenie (Experiment) 1

Doświadczenie założono 12 IV 1938. Rośliny wyhodowano na pożywcze Pfeffera. Roztwór kwasów próchnicznych zawierał w 100 cm³ 20 mg próchnicy. Czas pobierania wynosił 48 godzin.

TABELA (TABLE) I

Wpływ koncentracji kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu przez
gorezycę (*Sinapis alba*)

The influence of humic acids concentration on the absorption of potassium nitrate
by mustard (*Sinapis alba*)

Szereg — N ^o	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO ₃ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ K ⁺ — 79.13 mg NO ₃ ⁻ — 125.4 mg	Sucha masa korzeni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation K ⁺ :NO ₃ ⁻	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 na końcu: at the end:
			K ⁺ mg	NO ₃ ⁻ mg	K ⁺ NO ₃ ⁻ równoważniki mg equivalents			
1.	KNO ₃	40.5	10.8	46.1	0.27	0.74	0.36	6.3
		41.0	13.1	51.9	0.33	0.83	0.39	6.5
		38.6	7.7	42.7	0.19	0.68	0.27	6.3
2.	KNO ₃ +10 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	38.4	11.4	45.8	0.29	0.73	0.39	6.5
		39.0	8.6	43.8	0.21	0.70	0.30	6.3
		42.5	5.4	44.0	0.11	0.70	0.15	6.3
3.	KNO ₃ +25 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	41.9	14.0	53.4	0.35	0.86	0.40	6.5
		40.0	23.4	44.6	0.59	0.71	0.83	6.3
		41.9	10.4	59.7	0.26	0.96	0.27	6.5
4.	KNO ₃ +50 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	40.2	38.1	72.9	0.97	1.17	0.82	6.5
		42.3	33.9	65.7	0.86	1.05	0.76	6.5
		42.1	25.8	60.8	0.65	0.98	0.66	6.5

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) Ia

Średnie pobranie — Average absorption

Szereg N°	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humic acids solution in cm^3	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass	
		K^+	NO_3^-
1.	0	10.5	46.9
2.	10	8.1	44.5
3.	25	15.9	52.9
4.	50	32.6	66.8

Jak z powyższego zestawienia wynika, wyraźnie podnosi pobranie jonów dodatek 25 cm³ roztworu kwasów próchnicznych odpowiadający 5 mg próchnicy. W przypadku dawki podwójnej pobranie znacznie silniej wzrasta, zwłaszcza pobranie potasu (przeszło trzykrotnie). Stosunek równoważnikowy w ostatniej serii zbliża się do jedności. pH roztworu we wszystkich szeregach nieco wzrasta.

Tables I and Ia present a greater absorption of both ions by mustard under the influence of humic acids. The doses of 25 cm³ and 50 cm³ of humic acids (corresponding to 5 and 10 mg of humus) increased the absorption of potassium from 10 mg to 15 and 32.6 mg respectively, and nitrate from 46.9 mg to 52.9 and 66.8 mg counted per 100 mg of dry mass.

The solution after the experiment alkalinized only slightly.

Doświadczenie (Experiment) 2

Celem tego doświadczenia było zbadanie wpływu różnych stężeń czystych kwasów próchnicznych na pobranie KNO₃ przez konopie. Doświadczenie założono 30 IV 1938, czas trwania 48 godzin.

TABELA (TABLE) II

Wpływ stężeń kwasów próchnicznych na pobranie azotanu potasu przez konopie (*Cannabis sativa*)

The influence of humic acids concentration on the absorption of potassium nitrate by hemp (*Cannabis sativa*)

Szereg — N ^o	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO ₃ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ K ⁺ — 79.13 mg NO ₃ ⁻ — 125.4 mg	Sucha masa korzeni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation K ⁺ :NO ₃ ⁻	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 na końcu: at the end:
			K ⁺ mg	NO ₃ ⁻ mg	równoważniki mg equivalents			
1.	KNO ₃	77.0	54.0	71.4	1.38	1.15	1.20	6.5
		87.2	41.2	69.1	1.10	1.11	0.99	6.3
		75.0	45.0	84.6	1.14	1.36	0.83	6.5
2.	KNO ₃ +10 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	88.0	31.6	74.6	0.80	1.08	0.74	6.5
		71.5	47.9	85.8	1.22	1.38	0.88	6.5
		64.0	48.1	62.5	1.23	1.00	1.02	6.2
3.	KNO ₃ +25 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	61.5	73.5	112.0	1.87	1.80	1.03	6.7
		70.1	71.2	100.5	1.82	1.62	1.12	6.5
		71.2	69.1	93.6	1.76	1.50	1.17	6.5
4.	KNO ₃ +50 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	87.5	52.8	82.1	1.35	1.30	1.03	6.5
		78.3	50.1	83.1	1.28	1.34	0.95	6.5
		86.0	49.7	78.8	1.27	1.27	1.00	6.3

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) IIa
Średnie pobranie — Average absorption

Szereg N ^o	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humic acids solution in cm^3	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass	
		K [*]	NO_3'
1.	0	46.8	75.0
2.	10	42.5	74.3
3.	25	70.2	102.0
4.	50	50.8	81.0

Optimum działania czystych kwasów próchnicznych występuje przy dodatku 25 cm^3 kwasów próchnicznych, co odpowiada 5 mg próchnicy. Dodatek 50 cm^3 kwasów próchnicznych nieznacznie podwyższa pobranie w stosunku do szeregu pierwszego, natomiast działa znacznie gorzej w porównaniu z szeregiem trzecim.

Konopie pobierają w równoważnych ilościach oba jony jak to, widać z kolumny 8 tabeli II, gdzie stosunek równoważnikowy wynosi około jeden. pH roztworu nieznacznie się podnosi, przy czym dodatek kwasów próchnicznych nie ma wpływu na zakwaszenie.

It is evident from the tables II and IIa that the addition of humic acids in the amount of 25 cm^3 (corresponding to 5 mg humus) influences the increasing of absorption of potassium from 46.8 to 70.2 mg and of nitrate from 75.0 to 102.0 mg. The equivalent relation in this case varies at about 1.

Doświadczenie (Experiment) 3

Zadaniem poniższego doświadczenia było stwierdzenie wpływu czasu na pobieranie KNO_3 przez len. Doświadczenie założono 24 V 1938. Zastosowano dawkę 25 cm^3 kwasów próchnicznych będącą optymalną w doświadczeniu drugim (z konopiami).

TABELA (TABLE) III

Wpływ czasu na pobieranie azotanu potasu przez len (*Linum usitatissimum*)
 The influence of time on the absorption of potassium nitrate by flax (*Linum usitatissimum*)

Szereg — No	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO ₃ zawiera w 200 cm ³ contains in 200 cm ³ K* — 79.13 mg NO ₃ ' — 125.4 mg	Czas pobierania Time of absorption	Sucha masa korzeni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 200 mg suchej masy Absorption of ions counted per 200 mg of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation K*: NO ₃ '	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 pH na końcu: at the end:
				K* mg	NO ₃ ' mg	K* NO ₃ ' równoważniki mg equivalents			
1.	KNO ₃	24 godz. (h)	255.5 215.0 224.0	7.6 14.6 8.2	15.0 7.4 4.4	0.18 0.36 0.20	0.24 0.10 0.06	0.75 3.60 3.33	6.2 6.0 6.0
2.	KNO ₃ +25 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	24	216.0 217.7 232.0	7.2 13.0 11.0	9.8 19.0 7.2	0.18 0.32 0.28	0.14 0.30 0.10	1.28 1.06 2.80	6.0 6.2 6.0
3.	KNO ₃	48	241.8 281.0 219.0	27.0 19.4 22.2	24.8 23.8 22.8	0.68 0.48 0.56	0.38 0.38 0.36	1.78 1.26 1.55	6.5 6.5 6.3
4.	KNO ₃ +25 cm ³ kwas. próchniczn. humic acids	48	250.0 238.0 220.0	28.6 25.4 26.6	26.4 30.0 26.6	0.72 0.64 0.68	0.42 0.48 0.46	1.71 1.33 1.47	6.5 6.5 6.5

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) IIIa

Średnie pobranie — Average absorption

Szereg No	Czas pobierania Time of absorption	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humic acids solution in cm^3	Pobranie jonów w mg obliczone na 200 mg suchej masy Absorption of ions in mg counted per 200 mg of dry mass	
			K^+	NO_3^-
1.	24 godz. (h)	0	10.0	8.8
2.	" " "	25.0	10.4	12.0
3.	48 godz. (h)	0	22.8	23.8
4.	" " "	25.0	26.8	28.4

Wpływ czasu na sorpcję obu jonów wyraźnie się zaznacza dopiero po 48 godzinach, pobranie jest przeszło dwukrotnie większe. Natomiast reakcja w obecności kwasów próchnicznych po 24 godzinach nie występuje, po 48 godzinach widoczny jest słaby wpływ próchnicy. Charakterystyczne jest większe pobranie jonu K^+ , jak to widzimy ze stosunku równoważnikowego, który przekracza jedność. Zmiana pH po 24 godzinach nie objawia się, natomiast po 48 godzinach roztwór nieco się alkalizuje.

In experiment III with flax the influence of time and humic acids on the absorption of ions K^+ and NO_3^- in 1/100 n solution KNO_3 was examined. The absorption of both ions after 24 hours is small and an addition of humic acids in the amount of 25 cm^3 has no influence. The absorption of ions after 48 hours is considerable, for the potassium 22.8 mg and for the nitrate 23.8 mg. The influence of humic acids is also small.

Doświadczenie (Experiment) 4

Doświadczenie założono 21 VI 1938 z sałatą. Czas trwania doświadczenia 48 godzin. Dawka roztworu kwasów próchnicznych 30 cm^3 .

TABELA (TABLE) IV

Wpływ kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu przez sałatę (*Lactuca sativa*)

The influence of humic acids on the absorption of potassium nitrate by lettuce (*Lactuca sativa*)

Szereg — No	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO_3 zawiera w 200 cm^3 K^+ — 79.13 mg NO_3^- — 125.40 mg	Sucha masa korzeni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 500 mg suchej masy Absorption of ions counted per 500 mg of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{K}^+:\text{NO}_3^-$	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 na końcu: at the end:
			K^+ mg	NO_3^- mg	K^+ równoważniki mg equivalents	NO_3^- mg		
1.	KNO_3	549.6	18.7	92.4	0.47	1.49	0.31	6.3
		521.2	17.8	109.0	0.45	1.75	0.25	6.5
		530.2	16.1	110.7	0.41	1.28	0.23	6.5
2.	$\text{KNO}_3 + 30 \text{ cm}^3$ kwas. próchniczn. humic acids	548.1	37.6	108.1	0.96	1.74	0.55	6.5
		447.0	37.8	124.1	0.97	2.00	0.48	6.7
		467.2	28.0	123.9	0.71	1.99	0.35	6.5

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) IVa
Średnie pobranie — Average absorption

Szereg N ^o	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w <i>cm</i> ³ Doses of humic acids solution in <i>cm</i> ³	Pobranie jonów w <i>mg</i> obliczone na 500 <i>mg</i> suchej masy Absorption of ions in <i>mg</i> counted per 500 <i>mg</i> of dry mass	
		K•	NO ₃ '
1.	0	17.5	104.0
2.	30	34.4	118.7

Obecność kwasów próchnicznych wyraźnie wpływa na zwiększone pobranie jonu K•, które wzrasta dwukrotnie, natomiast pobranie jonu NO₃' wzrasta nieznacznie. Stosunek równoważnikowy spada poniżej połowy, pH roztworu wzrasta.

The absorption of ions by lettuce has been counted per 500 mg of dry mass, as the dry mass of plants varied in these limits.

Likewise in this experiment the influence of humic acids is considerable. The absorption of potassium increases from 17.5 to 34.4 mg and nitrate from 104 to 118.7 mg. The solution after the experiment (two days) alkalinized slightly. The equivalent relation of kation to anion varies about 0.5.

Doświadczenie (Experiment) 5

Założono dnia 6 VII 1938 ze słonecznikiem. Użyto 30 *cm*³ roztworu kwasów próchnicznych. Czas trwania doświadczenia wynosił 48 godzin. Wyniki tego doświadczenia zestawiono w tabeli V.

TABELA (TABLE) V

Wpływ kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu przez słonecznik (*Helianthus annuus*) — The influence of humic acids on the absorption of potassium nitrate by sunflower (*Helianthus annuus*)

Szereg — N ^o	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO ₃ zawiera w 200 <i>cm</i> ³ contains in 200 <i>cm</i> ³ K• — 79.13 <i>mg</i> NO ₃ ' — 125.40 <i>mg</i>	Sucha masa korzeni w <i>mg</i> Dry mass of roots in <i>mg</i>	Pobranie jonów obliczone na 100 <i>mg</i> suchej masy Absorption of ions counted per 100 <i>mg</i> of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation K•:NO ₃ '	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 na końcu: at the end:
			K• <i>mg</i>	NO ₃ ' <i>mg</i>	K• równoważniki <i>mg</i> equivalents	NO ₃ '		
1.	KNO ₃	78.1	13.2	75.1	0.33	1.21	0.27	6.5
		88.5	19.0	75.3	0.48	1.21	0.39	6.5
		84.8	15.1	63.7	0.38	1.02	0.37	6.3
2.	KNO ₃ +10 <i>cm</i> ³ kwas. próchniczn. humic acids	86.7	21.1	75.8	0.53	1.22	0.37	6.5
		82.9	26.3	88.9	0.67	1.43	0.46	6.5
		75.4	32.1	92.0	0.82	1.48	0.55	6.5

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) Va
Średnie pobranie — Average absorption

Szereg N°	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humic acids solution in cm_3	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass	
		K^+	NO_3^-
1.	0	15.7	72.3
2.	30	28.4	85.5

Dodatek 30 cm^3 roztworu kwasów próchnicznych, co odpowiada 6.3 mg próchnicy, podnosi pobranie jonu K^+ o 13.2 mg. Stosunek równoważnikowy waha się około połowy. Roztwór pod koniec doświadczenia nieznacznie ulega zalkalizowaniu.

Addition of humic acids in the amount of 30 cm^3 (corresponding to 6.3 mg of humus) increased the absorption of potassium (by sunflower) on an average from 15.7 to 28 mg and nitrate from 104 to 118.7 mg counted per 100 mg of dry mass. The pH after the experiment increased from 6.0 to 6.5.

Doświadczenie (Experiment) 6

Doświadczenie to z konopiami jest powtórzeniem doświadczenia drugiego z tą różnicą, że rośliny wyhodowano na pożywcze Zinzadzego, wzięto 30 cm^3 roztworu kwasów próchnicznych i przeprowadzono je w innej porze. Doświadczenie założono 4 VII 1938, czas pobierania 48 godzin. Wyniki zestawiono w tabeli VI.

TABELA (TABLE) VI

Wpływ kwasów próchnicznych na pobieranie azotanu potasu przez konopie
(*Cannabis sativa*)

The influence of humic acids on the absorption of potassium nitrate by hemp
(*Cannabis sativa*)

Szereg — N°	Roztwór badanej soli Solution of salt 1/100 n KNO_3 zawiera w 200 cm^3 contains in 200 cm^3 K^+ — 79.13 mg NO_3^- — 125.40 mg	Sucha masa korzeni w mg Dry mass of roots in mg	Pobranie jonów obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions counted per 100 mg of dry mass				Stosunek równoważnikowy Equivalent relation $\text{K}^+:\text{NO}_3^-$	pH na początku: pH at the beginning = 6.0 na końcu: at the end:
			K^+ mg	NO_3^- mg	K^+ NO_3^- równoważniki mg equivalents	NO_3^- mg		
1.	KNO_3	78.1	13.2	75.1	0.33	1.21	0.27	6.5
		88.5	19.0	75.3	0.48	1.21	0.39	6.5
		84.8	15.1	63.7	0.38	1.02	0.37	6.3
2.	$\text{KNO}_3 + 30 \text{ cm}^3$ kwas. próchniczn. humic acids	86.7	21.1	75.7	0.53	1.22	0.37	6.5
		82.9	26.3	88.9	0.67	1.43	0.46	6.5
		75.4	32.1	92.0	0.82	1.48	0.55	6.5

Obliczając średnie z trzech kultur każdego szeregu otrzymujemy następujące zestawienie:

TABELA (TABLE) VIa

Średnie pobranie — Average absorption

Szereg N°	Dawki roztworu kwasów próchnicznych w cm^3 Doses of humic acids solution in cm^3	Pobranie jonów w mg obliczone na 100 mg suchej masy Absorption of ions in mg counted per 100 mg of dry mass	
		K^+	NO_3^-
1.	0	15.7	72.3
2.	30	28.4	85.5

W doświadczeniu powyższym zauważamy w porównaniu z doświadczeniem drugim, również z konopiami, charakterystyczne trzykrotne zmniejszenie się pobrania potasu tak w szeregu bez dodatku,

jak z dodatkiem próchnicy. Wzrost pobrania jonu potasu pod wpływem dodatku 30 cm^3 roztworu kwasów próchnicznych jest prawie dwukrotny. Pobranie jonu NO_3^- pod wpływem kwasów próchnicznych wynosi 13.2 mg , gdy w doświadczeniu drugim przy dodatku 25 cm^3 roztworu kwasów próchnicznych wynosi 27 mg . Nie ma natomiast różnicy w pobraniu jonów NO_3^- w szeregu pierwszym w doświadczeniu drugim i szóstym, stosunek równoważnikowy jest niższy od połowy, gdy natomiast w doświadczeniu drugim wahał się około jedności. pH w obu doświadczeniach w równym stopniu wzrasta, przy czym dodatek kwasów próchnicznych nie wpływa na zmianę odczynu.

Prawdopodobną przyczyną obniżenia się pobrania potasu w tym doświadczeniu jest rodzaj pożywki użytej do wyhodowania roślin. W doświadczeniu szóstym konopie wyhodowano na pożywce Zinzadze, w doświadczeniu drugim kultury wyhodowano na pożywce Pfeffera.

Experiment 6-th was made with hemp, which was grown in a solution of Zinzadze. The tables VI and II show us the large differences between the absorption of potassium. In experiment 6-th the absorption of potassium is 3 times smaller. Probably it is due to the nutrient solution in which plants were grown. The influence of an addition of humic acids on the absorption of both ions is important. The pH of the solution after experiment (two days) increased from 6.0 to 6.5.

Omówienie wyników

Przeprowadzono sześć doświadczeń nad wpływem kwasów próchnicznych (związków pozbawionych popiołu i azotu) na pobieranie KNO_3 przez korzenie: gorczycy, konopi, lnu, sałaty i słonecznika.

Oznaczeń obu jonów dokonano kolorymetrycznie przy pomocy fotometru „Leifo”. Ze względu na szybkość i dokładność pomiarów zastosowana wyżej metoda jest godna polecenia, zwłaszcza o ile chodzi o ilościowe określenia potasu i azotanów w małych ilościach.

We wszystkich doświadczeniach przez dodatek roztworu kwasów próchnicznych w ilości $25\text{--}30 \text{ cm}^3$, a w jednym przypadku 50 cm^3 , co odpowiada 4, 6 i 10 mg suchej masy próchnicznej, pobranie tak kationu jak i anionu znacznie się podnosi.

Otrzymane kwasy próchniczne o strukturze amikronowej, pozbawione jakichkolwiek substancji towarzyszących, wpływają podobnie jak związki próchniczne nie oczyszczone (por. (9) z *Acta Soc. Bot. Pol. vol. XV, nr 2*) na zmianę struktury plazmatycznej w koncentracjach zbliżonych.

Prawdopodobnie rodzaj pożywki, na której wyhodowano kultury, nie pozostaje bez wpływu na pobieranie, jak to widzimy z doświadczenia drugiego i szóstego z konopiami. We wszystkich doświadczeniach roztwór badanej soli w czasie trwania doświadczenia (2 dni) słabo się alkalizuje.

Praca została wykonana w Zakładzie Fizjologii Roślin i Chemii Rolnej U. P. w Poznaniu. Na tym miejscu kierownikowi Zakładu p. prof. drowi Niklewskiemu składamy gorące podziękowania za cenne rady i wskazówki.

Literatura

1. Lemmermann O. u. Wiessmann H., *Zeitschr. f. Pflanzenernährung A. I* 1922, 185.
 2. Butkiewitsch W. W., *Landw. Jahrbücher* 66, 1927, 947.
 3. Boresch K. u. Sachse, *Zur Frage nach der Bedeutung der Kieselsäure in der Ernährung des Hafers.* — *Stoklasa Festschrift* 167–177, Verlag Parey—Berlin.
 4. Domontowitch u. Zinzadze, *Journal f. Landw. Wiss. Moskau* 1928, cyt. Hilitzer A. Beihefte z. *Bot. Zentralbl. Abt. I* 49, 1922, 467.
 5. Mengdehl H., *Der Einfluss kolloider Kieselsäure auf die Salzaufnahme der Pflanzen.* — *Jahrb. f. wiss. Bot.* 75, 1932, 252.
 6. Niklewski B., *Biochem. Zeitschr.* 271, 1934, 111.
 7. Pastewski J., *Acta Soc. Bot. Polon. X*, nr 3, 1933.
 8. Lundegårdh H., *Nährstoffaufnahme der Pflanze.* — Jena, Gustav Fischer 1932.
 9. Niklewski B. i Wojciechowski J., *Acta Soc. Bot. Pol. XV*, nr 2, 1938.
 10. Neubauer H. u. Schneider W., *Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung A. 2*, 1923, 329.
-

Summary

Six experiments were made on the influence of humic acids (compounds free from ash and nitrogen) on the potassium nitrate (KNO_3) absorption by the roots of the following plants: mustard, hemp, flax, lettuce, sunflower and hemp.

Both ions were measured colourmetrically by the „Leifo“ photometer. This method of measurement, in order to be most efficient and most rapid, deserves to be recommended especially when minimal quantities of the quantitative value of potassium and nitrate are to be estimated.

In all experiments a humic acid solution in the amount of 25—30 cm³ was added, in one instance 50 cm³, this corresponds to 4 mg, 6 mg and 10 mg of dry mass. The kation and anion absorption was thus considerably increased.

The obtained humic acids having an amicon structure, free of any accompanying substances influence similarly the plasmatic structure changes as impure humus compounds [s. (9) in *Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XV, Nr. 2*]. Probably the nutrient solution on which the cultures were grown, likewise influence the absorption, which is evident in two experiments (II and VI) with hemp.

The solution after the experiment (lasting two days) in all instances alkalized only slightly.

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