Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój roślin (część II)

The influence of humic acids on plant development
(part II)

napisali

B. Niklewski i J. Wojciechowski

W pracy ogłoszonej w Acta Soc. Bot. Pol. T. XV, 2, 1938 stwierdzono wpływ próchnicy na organizm roślinny w warunkach pełnej pożywki mineralnej, ujawniający się w silnym rozwoju pędów i liści a zwłaszcza w rozbudowie aparatu chlorofilowego. Wyjaśniono doświadczalnie, że efekty te nie polegają na zaadsorbowanych przez próchnicę związkach mineralnych, jak potas, fosfor, żelazo czy inne składniki, lecz są to zjawiska, które należy wyłącznie przypisać działaniu związków próchnicznych na plazmę roślinną. Reakcję tę wywoływały substancje dobrze oczyszczone, nie w mniejszym stopniu aniżeli surowe preparaty próchniczne z gleby torfowej.

Te doniosłe dla fizjologii wyższych organizmów roślinnych wyniki badań wymagają pod wielu względami obszerniejszych wyjaśnień.

Nasuwać się takie pytania: czy zjawisko jest powszechne dla świata roślinnego, czy też dotyczy pewnych gatunków roślin? Czy jest to specyficzne działanie próchnicy na plazmę roślinną, czy polega ono na wyrównaniu pewnych braków w składzie pożywki mineralnej, czy działanie próchnicy jest podobne do innych ciał stymulująco działających na roślinę, czy istnieje minimum, maksimum i optimum działania próchnicy? Na te pytania pragniemy dać wyjaśnienie w niniejszej pracy.

Nawiązując do pracy ogłoszonej w r. 1938 pod tym samym tytułem i w tym samym czasopiśmie, składamy sprawozdanie z badań wykonanych w latach 1938 i 1939 oraz w r. 1945. Część eksperymentalną pracy wykonały C. K a t u ł s k a - D u c z m a ł ó w n a i M. W a r o ņ s k a, stosując w doświadczeniach z r. 1938 i 1939 czyste kwasy próchniczne, każda z 6 roślinami, hodując je w kulturach wodnych. W doświadczeniu przeprowadzonym przez C. K a t u ł s k ą w r. 1945 z ogórkami użyto surowych preparatów próchnicznych otrzymanych z torfu

przy pomocy sody; w tym ostatnim doświadczeniu uwzględniono wpływ różnych koncentracji próchnicy na rozwój ogórków.

Metodyka.

Doświadczenia przeprowadzono w kulturach wodnych, w słojach jednolitrowych, okrytych czarnym papierem względnie w porze letniej przy silnym nasłonecznieniu i wyższej temperaturze białym papierem. W każdym słoju umieszczono po kilka roślin uprzednio wykiełkowanych w piasku. Kultury często przestawiano, starając się o stworzenie możliwie równych warunków naświetlenia. Dla zapewnienia dostatecznej ilości tlenu, przewietrzania dokonywano początkowo co drugi dzień przez dwie minuty, później codziennie przez trzy minuty.

Plan doświadczenia obejmował cztery kombinacje, mianowicie:

1) Woda wodociągowa. 2) Woda wodociągowa plus 110 mg. kwasów próchnicznych. 3) Pożywka w/g v. d. C r o n e g o. 4) Pożywka w/g v. d. C r o n e g o plus 110 mg. kwasów próchnicznych. Każda z powyższych kombinacji składała się z 3 sło. Ponieważ wyżej wymieniony skład pożywek od 1—4 w pierwszych dwunastu doświadczeniach był identyczny, przeto dla uniknięcia powtarzania tego składu w poszczególnych tabelach wprowadzono oznaczenie pożywek Nr 1, Nr 2, Nr 3, Nr 4.

Kwasy próchniczne użyte do doświadczeń otrzymano z torfu niskiego na Sołaczu w następujący sposób: 800 g. torfu uprzednio wysuszonego na powietrzu i przeartfowanego zadano kilkakrotnie czterema litrami 1% kwasu solnego celem usunięcia wapnia, żelaza i innych składników mineralnych związanych z próchnicą. Następnie osad przepłukiwano wodą destylowaną tak długo, aż wynik reakcji na chlor był ujemny. Z chwilą osiągnięcia punktu izoelektrycznego kwasy próchniczne ze stanu skoagulowanego przechodzą szybko w stan solu, nadając roztworowi ciemne zabarwienie. By otrzymać możliwie jednorodny roztwór koloidowy, czarną masę przenoszono na sączek i zalewano wodą destylowaną. Po odrzuceniu pierwszych frakcyj następne zbierano jako materiał do doświadczeń.

Próba na azot metodą K j e l d a h l a dała wynik ujemny; brak również składników popiołowych. Zawartość kwasów próchnicznych w 100 cm.³ wynosiła 22 mg. Jak już w części wstępnej wspomniano, w r. 1945 w jednym doświadczeniu, mianowicie z ogórkami, użyto humianu sodowego spreparowanego z torfu z uwzględnieniem wpływu

różnych jego koncentracji. Surowy preparat próchniczny zawierał 17,5 g humianu sodowego w litrze roztworu.

Część doświadczalna.

Doświadczenie (Experiment) 1.

Dynia (*Cucurbita pepo*).

Ponieważ wyniki obserwacji makroskopowych różnych gatunków roślin były podobne, przeto ograniczymy się tylko do przytoczenia ich w jednym doświadczeniu, mianowicie z dynią. W razie wystąpienia charakterystycznych objawów, spowodowanych przez któryś z czynników na organizm roślinny podamy je w danym doświadczeniu.

Roztwór (Solution) Nr.

1. Woda wodociągowa (Tap water). Rozwój roślin słaby, liście blade, nikłe, zieleń do końca doświadczenia bez znacześniejszych zmian, niektóre liście żółkną. Korzenie liczne, rozgałęzione, włósniki początkowo liczne, potem stopniowo zanikają. $pH = 7,6$.
2. Woda wodociągowa plus 110 mg. kwasów próchnicznych (Tap water + 110 mg. humic acids). Rośliny lepiej rozwinięte niż w poprzednim szeregu, liście większe i o intensywniejszej zieleni. System korzeniowy silniej rozwinięty, włósniki dobrze utrzymują się do końca doświadczenia. $pH = 6,8-7$.
3. Pożywka w/g v. d. Cronego (Crone culture). Rozwój roślin dobry, zieleń intensywna. Korzenie początkowo słabe, później się poprawiają, włósniki liczne. W trzecim tygodniu pojawiają się pączki kwiatowe. $pH = 6,5$.
4. Pożywka w/g v. d. Cronego plus 110 mg. kwasów próchnicznych (Crone culture + 110 mg. humic acids). Rośliny duże, silne o zdrowym wyglądzie. Liście grube i duże. Zieleń ciemniejsza niż w poprzednim szeregu. Korzenie o licznych i dobrze rozwiniętych włósnikach. Pączki kwiatowe pojawiają się obficie niż w szeregu trzecim. $pH = 6,8-7$.

Nasiona dyni wysiano 4.6.38. Doświadczenie trwało od 7.6 — 5.7.38. W każdym słoju umieszczono po 3 rośliny. Zdjęcia wykonano 22.6 i 5.7.38. Pomiarów dokonano 5 i 6.7.38. Pożywkę zmieniono 21.6.38.

Tabela (Table) I

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój dyni (*Cucurbita pepo*)
(The influence of humic acids on the development of pumpkin)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves g	Korzenie Roots g	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	1.403	0.286	13.93	5	4.95	4.48
2	1.446	0.348	14.55	6	4.96	4.59
3	3.556	0.696	24.27	8	7.56	7.18
4	5.873	1.123	28.42	9	9.87	9.55

Fot. 1. — Dynia (*Cucurbita pepo*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture.
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture.

Same kwasy próchniczne w wodzie wodociągowej nie powodują przyrostu masy organicznej, jedynie rozwój systemu korzeniowego jest bujniejszy. Dodane natomiast do pożywki mineralnej kwasy próchniczne wpływają na lepsze wykształcenie blaszek liściowych o intensywniejszej zieleni a rezultatem tego jest zwiększona sucha masa części nadziemnych i korzeni (tabl. I).

Doświadczenie (Experiment) 2.

Ogórek (*Cucumis sativus*).

Nasiona wysiano 18.4.38, w każdym słoju umieszczono po 5 roślin. Doświadczenie trwało od 2.5 — 12.6. Zdjęcia zrobiono 10.6, pomiary wykonano od 12.6 — 15.6. *pH* waha się we wszystkich szeregach od 6,8 — 7,1.

Tabela (Table) II

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój ogórków (*Cucumis sativus*)
(The influence of humic acids on the development of cucumber)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoju Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.409	0,087	10.42	5	19,4	19.1
2	0.358	0.091	10.35	4,8	21.9	20.2
3	1.493	0.126	22.43	7.7	38.44	37.7
4	4.040	0.703	35.84	9.8	56.82	59.59

Fot. 2. — Ogórek (*Cucumis sativus*).

Pożywka w/g Cronego

+ 110 mg. kw. próchn.

Crone culture.

+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego

Crone culture.

Ogórek jest rośliną wybitnie reagującą na próchnicę. Sucha masa łodyg i liści w szeregu czwartym jest prawie trzykrotnie większa w stosunku do tejże w szeregu trzecim; sucha masa korzeni przedstawia jeszcze większą rozpiętość, mianowicie jak 1 : 5 na korzyść próchnicy. Kolor liści od początku do końca doświadczenia ciemno-zielony (tabl. II)

Doświadczenie (Experiment) 3.

Kapusta (*Brassica gemmifera*).

Nasiona wysiano 8.3.38, w każdym słoju umieszczono po 8 roślin. Doświadczenie trwało od 14.3 — 5.6. Zdjęcia zrobiono 4.5, pomiary wykonano 5 i 6.6.38. pH na początku doświadczenia 6,8 na końcu doświadczenia wynosiło 7,0.

Fot. 3. — Kapusta (*Brassica gemmifera*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Wpływ próchnicy na kapuście zaznacza się w kulturach na wodzie wodociągowej w utrzymaniu intensywnej barwy zieleni; na pożywce mineralnej z dodatkiem próchnicy ciemnozielona barwa liści

Tabela (Table) III

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój kapusty (*Brassica gemmifera*)
(The influence of humic acids on the development of cabbage)

Roztwór: Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.145	0.042	8.5	4.5	0.6	0.52
2	0.247	0.083	9.0	5.0	0.76	0.57
3	0.928	0.112	13.2	9.2	3.53	1.91
4	2.675	0.388	22.8	10.4	3.37	2.83

utrzymuje się przez cały okres doświadczenia, pozatem liście i pędy są bujniejsze, natomiast bez próchnicy liście są chore, żółkną i usychają (tabl. III).

Doświadczenie (Experiment) 4.

Pomidory (*Solanum lycopersicum*).

Nasiona wysiano 12.3.38, w każdym słoju umieszczono po 8 roślin. Doświadczenie trwało od 24.3 — 28.5.38. Pożywkę zmieniono 26.4. Pomiary roślin wykonano 28.5. pH roztworów na początku doświadczenia wynosiło 6,8 przy końcu 7,1.

Tabela (Table) IV

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój pomidorów (*Solanum lycopersicum*)

(The influence of humic acids on the development of tomatoes)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.140	0.038	7.4	3.7	1.11	0.66
2	0.223	0.076	9.2	4.1	1.25	0.84
3	0.801	0.128	18.5	5.3	2.91	1.99
4	1.458	0.317	24,6	7.1	4.21	2.96

Fot. 4. — Pomidory (*Solanum lycopersicum*).
 Pożywka w/g Cronego + 110 mg. kw. próchn. Crone culture.
 + 110 mg. humic acids.

Podobnie jak w poprzednich doświadczeniach, wpływ kwasów próchnicznych zaznaczył się na pomidorach w intensywniejszej barwie liści oraz w bujniejszym rozwoju liści i korzeni (tabl. IV).

Doświadczenie (Experiment) 5

Fasola (*Phaseolus vulgaris*).

Nasiona wysiano 27.V. 38. W jednym słoju umieszczono 3 rośliny. Doświadczenie trwało od 31.5. — 12.7.38. Zdjęcia zrobiono 5.7., pomiary wykonano 12. — 14.7. Pożywkę zmieniono w trzecim tygodniu.

Tabela (Table) V

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój fasoli (*Phaseolus vulgaris*)
 (The influence of humic acids on the development of bean)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoji Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	1.487	0.228	39,2	13	2.89	1.95
2	1.978	0.260	43,7	10	3.41	3.11
3	2.813	0.275	51.3	15	5.20	3.86
4	4.260	0.400	56.6	17	6.07	4.55

Fot. 5. — Fasola (*Phaseolus vulgaris*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Na fasoli zaznaczył się wpływ próchnicy szczególnie silnie na pożywkę mineralnej, różnice w bujności liści jak i barwie zieleni wystąpiły dopiero w ostatnich dwóch tygodniach (tab. V).

Doświadczenie (Experiment) 6.

Hreczka (*Fagopyrum esculentum*).

Nasiona wysiano 16.V.38. W każdym słoju umieszczono 8 roślin. Doświadczenie trwało od 28.5. — 6.7.38. Pożywkę zmieniono 20.6.38. Zdjęcia zrobiono 5.7., pomiary wykonano 5 — 7. 7. Odczyn wahał się od pH 6,8 — 7.

Tabela (Table) VI

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój hreczki (*Fagopyrum esculentum*)

(The influence of humic acids on the development of buckwheat)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.245	0.071	22.42	3.8	1.12	0.91
2	0.160	0.034	17.4	3.3	1.1	0.90
3	0.256	0.138	49.3	4.3	2.4	2.10
4	1.759	0.142	54.9	6.6	2,9	2.30

Fot. 6. — Hreczka (*Fagopyrum esculentum*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.

Crone culture

+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Dodatni wpływ związków próchnicznych wystąpił dopiero po czterech tygodniach od założenia doświadczenia, uwidocznił się w bujności

roślin, długości i grubości pędów oraz zabarwieniu liści. Sucha masa w szeregu czwartym jest prawie ośmiokrotnie wyższa aniżeli w szeregu trzecim (tabl. VI).

Doświadczenie (Experiment) 7.

Len (*Linum usitatissimum*).

Nasiona wysiano 18.3.38. W każdym słoju umieszczono po 10 roślin. Doświadczenie trwało od 22.3. — 14.5.38. Pożywkę zmieniono 15.4.38. Zdjęcia wykonano 4.5.38, pomiary 14 — 16.5.38.

Fot. 7. — Len (*Linum usitatissimum*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture.
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture.

Dodatni wpływ kwasów próchnicznych na rozwój lnu ujawnia się silnie. W szeregu czwartym rośliny ciemnozielone, silnie rozwinięte, dają wyższą suchą masę aniżeli rośliny w szeregu trzecim (tabl. VII).

Tabela (Table) VII

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój lnu (*Linum usitatissimum*)
(The influence of humic acids on the development of flax)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.201	0.059	19,7	56	—	—
2	0.264	0.146	22.6	58	—	—
3	1.374	0.346	39.2	101	—	—
4	2.141	0.700	49.2	117	—	—

Doświadczenie (Experiment) 8.

Astry (*Callistephus sinensis*).

Nasiona wysiano 25.3.38. Doświadczenie trwało od 3.4. — 8.5.38.
W każdym słoju umieszczono po 10 roślin. Pomiary wykonano
8 i 9 maja 1938. Pożywkę zmieniono 7.5.38.

Fot. 8. — Astry (*Callistephus sinensis*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture.
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Astry bardzo silnie zareagowały na kwasy próchniczne. Już w dwunastym dniu można było zaobserwować intensywniejszą zieleń u roślin w szeregu czwartym. Na pożywce mineralnej z dodatkiem próchnicy rośliny wyrastały bujne, czego wyrazem jest sucha masa (tabl. VIII).

Tabela (Table) VIII

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój aster (*Callistephus sinensis*)
(The influence of humic acids on the development of aster)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.062	0.025	3.7	7	0.919	0.490
2	0.108	0.073	4.1	7	1.068	0.655
3	0.235	0.056	7.8	7	2.13	1.103
4	0.702	0.109	12.4	10	3.40	2.030

Doświadczenie (Experiment) 9.

Balsaminy (*Impatiens balsamina*)

Doświadczenie założono 9.4.38 i trwało do 15.7.38, zdjęcia zrobiono 14.7.38. W każdym słoju umieszczono po 3 rośliny. Pożywkę zmieniło 29.6.38. *pH* wahało się od 6 — 7.2.

Fot. 9. — Balsaminy (*Impatiens balsamina*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture.
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Jak z powyższej tablicy i fotografii wynika wpływ kwasów próchnicznych jest bardzo silny na rozwój balsamin (tabl. IX).

Tabela (Table) IX

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój balsamin (*Impatiens balsamina*)

(The influence of humic acids on the development of balsamine)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.215	0.094	13.7	8	1.847	0.821
2	0.241	0.154	15.2	9	2.032	1.216
3	0.680	0.202	23.6	18	3.798	1.593
4	1.185	0.287	30.9	23	4.328	1.131

Doświadczenie (Experiment) 10.

Cynie (*Zinnia*).

Nasiona wysiano 18.5.38. Doświadczenie trwało od 29.5 — 6.7.38. W jednym słoju umieszczono 7 roślin. Pomiaru wykonano 6 i 7.7, zdjęcia 5.7. Pożywkę zmieniono 18.7.

Tabela (Table) X

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój cynii (*Zinnia*)

(The influence of humic acids on the development of Zinnia)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.201	0.065	13.6	6.2	14.5	0.596
2	0.147	0.042	12.1	7.2	13.9	0.51
3	1.347	0.193	26.4	8.4	31.1	14.2
4	1.902	0.223	30.3	11.6	36.2	16.3

Cynie bardzo silnie zareagowały na obecność kwasów próchnicznych w pożywce mineralnej. Grubość łodyg, wielkość liści i intensywne zabarwienie blaszek liściowych w szeregu czwartym wybitnie się różniły od szeregu trzeciego (tabl. X).

Fot. 10. — Cynia (Zinnia).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture

Doświadczenie (Experiment) 11.

Owies (*Avena sativa*).

Ziarno wysiano 17.3.38. W każdym słoju pomieszczono po 8 roślin. Doświadczenie trwało od 21.3 — 18.5.38. Pomiary przeprowadzono 18 i 20.5. Pożywkę zmieniono 26.4.

Tabela (Table) XI

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój owsa (*Avena sativa*)
(The influence of humic acids on the development of oats)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoju Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.629	0.252	20.1	5.8	—	—
2	0.621	0.253	23.0	5.9	—	—
3	2.139	0.660	52.9	6.2	—	—
4	2.516	0.844	53.1	6.6	—	—

Wprawdzie owies słabo zareagował na dodatek kw. próchnicznych, jednakże w zieleni różnica silnie się zaznaczała i zieleni dłużej się utrzymywała. Różnice w suchej masie są nieznaczne (tabl. XI).

Doświadczenie (Experiment) 12.

Pszenica (*Triticum sativum*).

Nasiona wysiano 2.4.38. W każdym słoju umieszczono po 11 roślin. Doświadczenie trwało od 9.4 — 1.6.38. Pomiary wykonano 1 — 3.4.38. Pożywkę zmieniono 28.4.38.

Tabela (Table) XII

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój pszenicy *Triticum sativum*
(The influence of humic acids on the development of wheat)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 3 słoje Dry mass of 3 glasses		Wielkości średnie Average			
	Lodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.635	0.750	20.1	7	—	—
2	0.651	0.757	21.0	7	—	—
3	2.787	0.710	51.9	13	—	—
4	2.474	0.629	43.6	11	—	—

W doświadczeniu tym nie zaobserwowano dodatniego wpływu kwasów próchnicznych na rozwój pszenicy, przeciwnie produkcja suchej masy obniża się w obecności związków próchnicznych (tabl. XII).

Omówienie wyników.

Doświadczenia wykonane z 12 gatunkami roślin, do różnych rodzin należących, wykazały, że czyste kwasy próchniczne, nie zawierające widocznych śladów związków azotowych ani składników popiołowych, wpływają na rozwój roślin w sposób zupełnie wyraźny, niektóre z tych roślin bez dodatku kwasów próchnicznych normalnie rozwijać się nie mogły.

Doświadczenia te miały charakter orientacyjny i wykazały porównawczo wrażliwość różnych gatunków roślin na związki próchniczne.

Okazało się, że pszenica jara nie reagowała na obecność kwasów próchnicznych jedynie w pierwszych okresach rozwoju, rośliny na pożywce z dodatkiem próchnicy wykazały nieco intensywniejszą zielenią liści, w późniejszych stadiach nastąpiło wyrównanie. Na owsie dodatni wpływ próchnicy zaznaczył się intensywniejszą zielenią i wyższą produkcją suchej masy. U roślin zbożowych wpływ próchnicy jest słaby przy danych warunkach kultury.

Nie wyklucza to silniejszej reakcji u zbóż w warunkach normalnej uprawy, tembardziej, że doświadczenia były krótkotrwałe (niecałe dwa miesiące).

Obserwowano np. u hreczki, że do 29 dni kultury żadnej reakcji na związki próchniczne nie wykazały, jednakże później reakcja wystąpiła bardzo silnie. U fasoli reakcja na próchnicę stała się widoczną w 3 tygodniu, a u pomidorów w 2 tygodniu, u astrów po 12 dniach, u ogórków po 8 dniach.

Wpływ próchnicy na produkcję masy organicznej u badanych roślin można ująć cyfrowo przez oznaczenie przyrostu suchej masy:

Tabela (Table) XIII

Przyrost suchej masy pod wpływem kw. próchnicznych w stosunku do suchej masy na pożywce mineralnej w % %

(Increase of dry mass under the influence of humic acids in comparison with dry mass on the mineral solution in % %)

R o ś l i n a P l a n t		Łodygi i liście Sprouts and leaves	Korzenie Roots
1. Dynia	— Pumpkin	65%	63%
2. Ogórki	— Cucumber	170%	458%
3. Kapusta	— Cabbage	188%	246%
4. Pomidory	— Tomatoes	82%	147%
5. Fasola	— Bean	52%	46%
6. Hreczka	— Buckwheat	587%	0.03%
7. Len	— Flax	56%	102%
8. Astry	— Aster	33%	52%
9. Balsaminy	— Balsamine	74%	41%
10. Cynie	— Zinnia	41%	15%
11. Owies	— Oats	17%	28%
12. Pszenica	— Wheat	-11%	-11%

U roślin uprawianych w intensywnej kulturze ogrodowej wpływ próchnicy był bardzo silny, u fasoli produkcja suchej masy pędów i liści podniosła się o 51%, u pomidorów o 82%, u ogórków o 170%, u kapusty 188%; podobnie się przedstawia sprawa suchej masy korzeni.

Działanie próchnicy polega na ułatwieniu tworzenia się aparatu chlorofilowego, który bardzo wolno się wytwarza, przeto próchnica przyspiesza rozwój rośliny i sądzić należy, że próchnica mieć może szczególniejsze znaczenie w dostosowaniu późnych odmian do trudnych warunków wegetacji. O znaczeniu próchnicy dla produkcji roślinnej w warunkach kultury polowej pragnę przytoczyć moją obserwację dokonaną w r. 1943 w Dzierążni, gdzie buraki cukrowe na parcelach bez próchnicy na loesie nawożone solami mineralnymi znacznie szybciej

traciły liście, które usychały, aniżeli na takiej parceli zasilone dawką próchnicy extrahowanej z torfu *).

Powyższe obserwacje należy sprawdzić na glebie bezpróchnicznej wzgl. pozbawionej czynnej próchnicy co zresztą nie powinno stwarzać większych trudności, gdyż kultury wodne od glebowych nie różnią się zbyt odnośnie do wymogów rośliny, jedynie tylko kwestja powietrza może odgrywać poważną rolę. Dla niektórych roślin kultura wodna jest nieodpowiednia z powodu utrudnionego dostępu powietrza. Jednakże jeden zarzut winien być poddany krytyce, mianowicie czy dodatnie wyniki wywołane obecnością próchnicy nie polegają na wyrównaniu braków w składzie pożywki mineralnej. Sprawę tę rozpatrzymy w następnym rozdziale.

Działanie próchnicy na różnych pożywkach.

Doświadczenie (Experiment) 13.

Pomidory (*Solanum lycopersicum*).

Nasiona wysiano 12.3.38. Doświadczenie trwało od 24.3 — 28.5.38. Pożywkę zmieniono 26.4.38. Pomiary wykonano 28.5.38. pH na początku doświadczenia wynosiło 6.6 przy końcu 7.1. Roztwór Nr. 3 i 4 w trzech powtórzeniach, roztwory Nr. 1, 2, 5, 6, 7, 8 w dwóch powtórzeniach.

Roztwór (Solution) Nr.:

1. Woda wodociągowa (Tap water). Rośliny słabo rozwinięte, liście małe, blade, przy końcu doświadczenia usychały.
2. Woda wodociągowa z dodatkiem 110 mg. kwasów próchnicznych (Tap water + 110 mg. humic acids). Rośliny nieco większe aniżeli w roztworze 1, zachowały jędrność i świeżość przez cały okres doświadczenia.
3. Pożywka w/g C r o n e g o (Crone culture). Blaszki liściowe są bladezielone pod koniec doświadczenia żółkną. Korzenie boczne nie liczne, lecz długością dorównywiają korzeniom głównym.
4. Pożywka w/g C r o n e g o + 110 mg. kwasów próchnicznych (Crone culture + 110 mg. humic acids). Blaszki liściowe są duże, jędrne, normalnie zielone, przybierają pod koniec doświadczenia barwę żółtoczerwoną. Korzenie są silne grube.
5. Pożywka w/g Z i n z a d z e g o (Zinzadze culture). Rośliny posiadają wygląd zdrowy przez cały okres doświadczenia, liście zachowują normalny kolor zielony. Korzenie główne dobrze rozwinięte z licznymi cienkimi korzeniami bocznymi.

*) B. Niklewski: Próchnica a roślina, Lublin 1944.

6. Pożywka w/g Zinzadzego + 110 mg. kwasów próchnicznych (Zinzadze culture + 110 mg. humic acids). Rośliny każdego tygodnia na 24 godziny przenoszono do roztworu kwasów próchnicznych. Rośliny bujniejsze niż w roztworze 5, liście wykazują intensywniejsze zabarwienie zielone. Korzenie główne są krótsze niż w szeregu 5, natomiast tworzą się liczne korzenie boczne.
7. Pożywka w/g Zinzadze z zawartością 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (Zinzadze culture with 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$). Rośliny słabiej rozwinięte niż w roztworze 6, ilość liści jest większa, jednakże liście są węższe i krótsze o bladzielonym zabarwieniu. Korzenie główne krótkie z nielicznymi cienkimi korzeniami bocznymi.
8. Pożywka w/g Zinzadzego z zawartością 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 110 mg. kwasów próchnicznych (Zinzadze culture with 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 110 mg. humic acids). Rośliny są większe niż w roztworze 7 i pięknie rozwinięte. Liście zachowują jędrność i zieloną intensywną barwę przez cały okres doświadczenia. Korzenie główne i boczne są również dobrze rozwinięte.

Skład wyżej podanej pożywki oznaczono w tabeli XIV Nr. od 1 do 8. Suchą masę pędów, liści i korzeni szer. 3 i 4 przeliczono na dwa słoje.

Tabela (Table) XIV

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój pomidorów (*Solanum lycopersicum*)

(The influence of humic acids on the development of tomatoes)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 2 słoje Dry mass of 2 glasses		Wielkości średnie Average			
	Łodygi i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Dł. pędu Length of sprouts (cm)	Ilość liści Quantity of leaves	Dł. liści Length of leaves (cm)	Szer. liści Breadth of leaves (cm)
1	0.140	0.038	7.4	3.7	1.11	0.66
2	0.223	0.076	9.2	4.1	1.25	0.84
3	0.801	0.128	18.5	5.3	2.91	1.99
4	1.458	0.317	24.6	7.1	4.21	2.96
5	1.473	0.352	24.75	6.6	5.98	4.88
6	2.414	0.447	31.10	7.3	6.18	5.34
7	2.369	0.424	31.30	8.0	6.17	4.91
8	3.803	0.589	41.86	8.2	6.38	5.43

Fot. 11a. — Pomidory (*Solanum lycopersicum*)

1. Pożywka w/g Zinzadzego 0.1g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ Zinzadze culture 0.1g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
2. Pożywka w/g Zinzadzego 0.1g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 110 mg. kw. próchn. Zinzadze culture 0.1g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ + 110 mg. humic acids.

Fot. 11b. — Pomidory (*Solanum lycopersicum*).

Pożywka w/g Cronego
+ 110 mg. kw. próchn.
Crone culture.
+ 110 mg. humic acids.

Pożywka w/g Cronego
Crone culture.

Jak z powyższego doświadczenia wynika, działanie próchnicy występuje zarówno na pożywcę w/g Cronego jak i Zinzadzego. Obie pożywki dają dogodniejsze dla roślin warunki rozwoju aniżeli pożywka w/g Pfeffera, jednakże najlepsze warunki dla pomidorów stwarzała pożywka w/g Zinzadzego w której dawki soli żelaza zmniejszono do $\frac{1}{4}$ dawki przepisanej przez autora tj. do 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Dodatek próchnicy do tej pożywki wydatnie podniósł plon roślin, gdyż sucha substancja pędów i liści wzrosła o 60%, korzeni o 39%.

Również dodatek mikroelementów w/g Hoaglanda stosowany w różnych doświadczeniach nie zastąpił specyficznie korzystnego działania próchnicy. Z tego wynika, że dodatni wpływ próchnicy nie polega na wyrównaniu braków w składzie pożywek mineralnych, lecz jest to specyficzne działanie substancji próchnicznej na ustrój plazmatyczny, które ma swoje optimum, maksimum jak inne ciała stymulujące na organizm działające.

Działanie różnych stężeń próchnicy.

Doświadczenie (Experiment) 14.

Ogórek (*Cucumis sativus*).

Doświadczenie przeprowadzone w r. 1945 miało na celu stwierdzenie jak rośliny reagują na różne koncentracje próchnicy.

Doświadczenie z ogórkami założono 30 lipca 1945 r. na pożywcę w/g Zinzadzego. Jako źródło próchnicy służył surowy preparat próchniczny zawierający 17,5 g. humianu sodowego w 1 litrze roztworu. Pożywka w/g Zinzadzego zawierała zmniejszoną ilość soli żelazowej tj. 0,1 g. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ w 1 litrze. Zdjęcia wykonano po czterech tygodniach. Pomiary roślin zrobiono 16.X.1945. Doświadczenie składało się z 8 kombinacji z niżej podanymi koncentracjami humianu sodowego:

Roztwór (Solution) Nr

1. Pożywka w/g Zinzadzego (Zinzadze culture).
2. Pożywka w/g Zinzadzego + 1,75 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 1,75 mg. sodium humate).
3. Pożywka w/g Zinzadzego + 8,75 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 8,75 mg. sodium humate).
4. Pożywka w/g Zinzadzego + 17,5 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 17,5 mg. sodium humate).
5. Pożywka w/g Zinzadzego + 87,5 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 87,5 mg. sodium humate).
6. Pożywka w/g Zinzadzego + 175 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 175 mg. sodium humate).
7. Pożywka w/g Zinzadzego + 350 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 350 mg. sodium humate).

8. Pożywka w/g Zinzadzego + 525 mg. humianu sodowego (Zinzadze culture + 525 mg. sodium humate).

Tabela (Table) XV

Wpływ różnych stężeń humianu sodowego na rozwój ogórków
(*Cucumis sativus*)

(The influence of different concentration of sodium humate on the
the development of cucumber)

Roztwór Solution Nr.	Sucha masa z 2 słoży Dry mass of 2 glasses			Wielkości średnie Averages				
	Pędy i liście Sprouts and leaves (g)	Korzenie Roots (g)	Owoce Fruits (g)	Dł. pędu, Dł. liści Length of		Szer. liści Breadth of leaves (cm)	Ilość Quantity	
				Sprouts (cm)	Leaves (cm)		Liście Leaves	Owoce Fruits
1	6.60	1.41	0.09	66.7	6.90	8.03	8	2
2	6.75	1.47	0.10	67.9	7.40	8.5	8	2
3	9.12	2.07	0.19	87.6	8.00	9.7	9	3
4	8.43	1.77	0.11	81.9	8.01	9.86	8	3
5	8.13	1.62	0.11	77.0	7.91	9.94	8	2
6	8.52	1.74	0.21	86.1	7.80	9.50	8	4
7	6.76	1.62	0.13	68.4	7.50	9.00	7	2
8	6.72	1.52	0.16	63.2	7.50	8.90	6	2

Fot. 12a — Ogórek (*Cucumis sativus*)

- Pożywka w/g. Zinzadzego — Zinzadze culture.
- Pożywka w/g. Zinzadzego + 1.75 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 1.75 mg. humus.
- Pożywka w/g. Zinzadzego + 8.75 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 8.75 mg. humus.

Fot. 12b. — Ogórek (*Cucumis sativus*)

3. Pożywka w/g. Zinzadzego + 8,75 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 17 mg. humus.
4. Pożywka w/g. Zinzadzego + 17,5 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 17,5 mg. humus.
5. Pożywka w/g. Zinzadzego + 87,5 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 87,5 mg. humus.

Fot. 12c. — Ogórek (*Cucumis sativus*).

6. Pożywka w/g. Zinzadzego + 175 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 175 mg. humus.
7. Pożywka w/g. Zinzadzego + 350 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 350 mg. humus.
8. Pożywka w/g. Zinzadzego 525 mg. próchnicy
Zinzadze culture + 525 mg. humus.

Z powyższego doświadczenia wynika, że próchnica dana w formie humianu sodowego w różnych koncentracjach posiada w swoim działaniu optimum, maksimum i minimum. Dawka 1,75 mg. próchnicy na litr nie daje wyraźnej reakcji, natomiast dawki począwszy od 350 mg. na litr wykazują szkodliwy wpływ. Zakres optymalnego działania dla ogórków jest bardzo rozciągnięty bo wynosi od 8,5 mg. do 175 mg. próchnicy; stwierdzenie to oparte na jednym doświadczeniu należy poprzeć dalszymi doświadczeniami a przede wszystkim zbadać wpływ różnych dawek próchnicy na innych roślinach.

O m ó w i e n i e w y n i k ó w.

Stwierdzono bezpośredni wpływ związków próchnicznych koloidowych na plazmę roślinną, który się objawia w bujniejszym rozwoju pędów, liści i korzeni a zwłaszcza w pobudzeniu chloroplastów do rozmnażania się i utrzymaniu aparatu chlorofilowego przez czas dłuższy w żywotności aniżeli to ma miejsce u roślin hodowanych bez próchnicy. Przypuszcza się, że to dodatnie działanie próchnicy na chloroplasty polega na redukcyjnych własnościach próchnicy, która w liściach ulegając utlenieniu pod wpływem tlenu wydzielonego w procesie asymilacji chroni chloroplasty przed szkodliwym działaniem tlenu in statu nascendi, spełniając prawdopodobnie tę funkcję oksy-redukcyjną sprawniej aniżeli żelazo. Sprawa roli żelaza i próchnicy u roślin została opracowana przez J. W o j c i e c h o w s k i e g o i będzie ogłoszona w najbliższej publikacji.

Nadmienić jeszcze należy, że także organizmy bezzieleniowe podlegają działaniu próchnicy np. Amoeby w doświadczeniach G u m i Ń s k i e g o S t e f a n a lub Eugleny hodowane w ciemni, jest to prawdopodobnie działanie bezpośrednie próchnicy na stan plazmy tych organizmów.

Dalej z tych doświadczeń wynika, że jest to specyficzne działanie próchnicy na plazmę roślinną, a nie wyrównanie braków w składzie pożywki jak to wskazują wyniki doświadczenia 13 z pomidorami, hodowanymi na różnych pożywkach.

Na podstawie wyników uzyskanych z różnymi gatunkami roślin można powiedzieć, że zjawisko to jest powszechne dla świata roślinnego. Słaba reakcja na owsie, a ujemna na pszenicy została spowodowana prawdopodobnie zbyt dużymi dawkami próchnicy, o ile chodzi o rośliny zbożowe. Fakt szkodliwego działania zbyt dużych dawek próchnicy zaobserwowaliśmy na ogórkach w ostatnim doświadczeniu. Należałoby więc zastosować dla roślin zbożowych mniejsze dawki próchnicy. Ostat-

nie doświadczenie z ogórkami wykazało nam, że istnieje pewne optimum, maksimum i minimum dawek próchnicy. Zagadnienie to będzie przedmiotem dalszych badań z uwzględnieniem innych roślin.

Stwierdzenie powyżej opisanych faktów ma dla produkcji rolnej doniosłe znaczenie, zwłaszcza ten fakt, że związki próchniczne zarówno pochodzenia obornikowego jak i pochodzące z torfu odznaczają się jednakową aktywnością wobec organizmów roślinnych. Badania te wyjaśniają właściwy cel nawożenia organicznego. Pokarmy możemy dostarczać roślinom w formie nawozów mineralnych, natomiast nawożenie organiczne przyczynia się do utrzymania właściwej struktury glebowej, oraz jej własności sorbcyjnych, a roślinom dostarcza się bezpośrednio koloidowej próchnicy. Wobec ograniczonej możliwości produkcji obornika, kwestja przemysłowej eksploatacji torfu dla uzyskania koloidowej próchnicy ma znaczenie praktyczne dla tych wszystkich gleb, dla których obornika nie wystarcza. Przede wszystkim gleby łąkowe których bez systematycznego nawożenia organicznego nie można utrzymać na wysokim poziomie produktywności, wymagają zasilania próchnicą. Ubogie gleby piaszczyste wymagają stałego nawożenia próchnicą i to nie tylko te gleby, które służą produkcji rolnej, ale zwłaszcza te, które mają być zalesiane. Gleby krajów tropikalnych i subtropikalnych, w których przez cały rok intensywnie spala się próchnica, a nie otrzymują equivalentu w formie nawozów organicznych, wymagają nawożenia próchnicą.

Powyższe twierdzenia apriorystyczne wymagają potwierdzenia eksperymentalnego.

Summary.

The influence of humic compounds on plant development has been determined a) in a richer development of sprouts, leaves and roots and especially in stimulating the chloroplasts to multiply and maintain the chlorophyll apparatus vigorous during a longer time than the case is with plants grown without humus. We assume that this favourable humic reaction on chloroplasts consist in the redox quality of humus preserving the chloroplasts from injuries caused by molecular oxygen.

b) in a favourable reacting in some concentrations, in other greater concentrations causing decay.

The facts illustrated above are important for agricultural production; particularly the fact that humic compounds of stable manure have an effect similar to peat humus on plant organism. The humic acids thus cause the physiological reaction in both.

The investigations of the reaction of humic compounds upon plant organisms explain the essential purpose of organic manuring. Nutrient salts can be given to plant in the form of mineral manure, but organic manuring produces a favourable soil structure, keeps up its absorbing capacity and supplies the plants indirectly with colloidal humus. In face of the limited possibility of stable manure production the question of an industrial peat exploration for obtaining colloidal humus is of practical importance for all these soils which do not receive enough stable manure. First of all meadow soils which cannot be kept on high production level without organic manuring need a supply of humus.

Poor sand soils need systematic humus manuring; not only the soil used for agricultural production but these particularly which are destined for afforestation. Soils of tropical and subtropical regions which intensively oxydize humus and receive no equivalent in the form of organic manure need humus.

A. Howard and Y. D. Ward in their excellent work „The waste products of Agriculture“ have demonstrated the manner of producing compost abounding in colloid humus in order to increase production. For regions of temperate zone this compost production should be carried on with a slightly modified method which we have established for the agricultural conditions in Poland. Compost rich in colloids is obtained by our method published in Polish agricultural reviews. (Wpłynęło do redakcji 5 sierpnia 1946 — Reçu pour la publication le 5 août 1946).