Wpływ związków próchnicznych na rozwój roślin

The influence of humic compounds on the plant development

Napisali

Bronisław Niklewski i Jan Wojciechowski

(Wpłynęło do redakcji 13 czerwca 1938. — Received for publication June 13, 1938)

(Z 9 rycinami w tekście. — With 9 figures in the text)

WSTĘP

Znaczenie próchnicy dla życia rośliny stwierdził jako jeden z pierwszych J. G. Wallerius (1) w dziele, wydanym w Upsali w r. 1761 pod tytułem *Agriculturae fundamenta chemica*. W rozdziale *de humo* autor przypisuje próchnicy fundamentalne znaczenie w życiu rośliny, określając ciała próchniczne jako *nutritiva*, przeciwstawia im inne składniki glebowe, które określa jako *instrumentalia*, gdyż mają one tylko ułatwiać przenikanie ciał próchnicznych do rośliny. Teorię próchnicową rozbudował A. Thaer (2) w dziele, wydanym w r. 1808 pod tytułem *Grundriss der Chemie f. Landwirte*, uznając, że żyzność i wartość rolnicza gleby polega przede wszystkim na humusie jako jedynym materiale, który roślina jako pokarm pobiera z gleby. Jednakże autor fizjologicznej strony zjawiska dokładniej nie rozpatruje, nie rozstrzyga mianowicie sprawy czy próchnica przenika jako pokarm węglowy do rośliny, czy też dodatni jej wpływ ogranicza się do wytwarzania dwutlenku węgla, który wchodząc korzeniami do rośliny staje się jej pokarmem. Współcześni mu

1. Wallerius J. G., *Agriculturae fundamenta chemica* spez. De Humo. Diss. Upsala 1761 — wg Waksmana S. A. „Humus“, London 1936.

2. Thaer A. D., *Grundriss der Chemie f. Landwirte*. Berlin 1808. Grundsätze der rationellen Landwirtschaft I, 235—40, 2, 107—20, Berlin 1807—12.

chemicy rolni przychylali się do teorii, że próchnica przenika do organizmu.

W r. 1840 J. v. Liebig (3) w dziele *Die Chemie in Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* wyjaśnił, że roślina pobiera z ziemi tylko składniki popiołowe i że one są podstawą żyzności gleby. Natomiast materiał organiczny roślina syntetyzuje w liściach z dwutlenku węgla atmosfery, tak jak to już w r. 1804 wykazał Th. de Saussure (4) w dziele *Recherches chimiques sur la végétation*. Próchnica glebowa jest przeto ciałem zbędnym dla życia rośliny, za czym przemawia fakt, że w kulturach wodnych czy piaskowych bez próchnicy, wyłącznie na solach mineralnych wyhodować można normalne rośliny. Tym samym teoria próchnicowa upadła.

Atoli szereg autorów, zwłaszcza francuskich, przypisuje nadal próchnicy (*matière noire*) doniosłe znaczenie w życiu rośliny. L. Grandeau (5) w latach 1870—80 tłumaczy, że próchnica dostarcza węgla, a sole mineralne dostają się do roślin za pośrednictwem próchnicy. J. Dumont (6) w latach 1897—1905 przeprowadził szereg doświadczeń, świadczących o bezpośrednim wpływie ciał próchnicznych na produkcję roślinną. Wyodrębnił on związki próchniczne z torfu przy pomocy węglanu potasowego i nasycił je fosforanami. W ten sposób spreparowany nawóz próchniczny działał w mniejszych ilościach znacznie skuteczniej, aniżeli dawki obornika zawierające większe ilości pokarmów mineralnych. O bezpośrednim oddziaływaniu związków próchnicznych na roślinę wypowiada się bardzo wyraźnie w r. 1883 S. W. Johnson (7) w dziele *How crops feed*: »Choć dwutlenek węgla, amoniak, azotany, składniki popiołowe są pożywieniem, pozostaje niezaprzeczony fakt, że różne formy próchnicy ulegają absorpcji przez rośliny«. Wymienia on rozpuszczalne humiany, ulmaty, krenaty, apokrenaty i inne substancje organiczne. Wyższość produkcyjna obornika nad nieorganicznymi nawozami pozwala przypuszczać, że humus jest bezpośrednio asymilowany przez rośliny. Autor twierdzenie swe popiera obserwacją, że próchniczne ekstrakty,

3. Liebig J., *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*. Braunschweig, I u. II Aufl. 1840 u. 1841; III u. IV Aufl. 1843 u. 1847.

4. Saussure Th., *Recherches chimiques sur la végétation*. Paris 1804, wg Waksmana „Humus“, London 1936.

5. Grandeau L., *Recherches sur le rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition des végétaux*. Compt. Rend. Acad. Sc., Paris 1872, 74, 988—91.

6. Dumont J., Compt. Rend. Acad. Sc., Paris 1904, 138, 1429, 140, 1905, 256.

7. Johnson S. W. — wg Waksmana „Humus“, London 1936, 16.

otrzymywane przy pomocy wodorotlenku potasu albo amoniaku, wywarły wpływ dodatni na rozrost roślin.

Atoli większość chemików rolnych ostatnich lat kilkudziesięciu przypisuje związkom próchnicznym znaczenie wyłącznie w kształtowaniu struktury glebowej (8), odmawiając im znaczenia w bezpośrednim oddziaływaniu na organizm roślinny.

Jednakże w ostatnich trzydziestu latach mnożą się fakty, przemawiające za oddziaływaniem różnych ciał koloidowych, zwłaszcza ciał próchnicznych na rozwój roślin. W. Höveler (9) stwierdził, że rośliny w glebie próchnicznej silnie rozwijają system korzeniowy. L. Hiltner (10) wykazał dodatnie działanie związków próchnicznych w kulturze piaskowej, jednakże E. Hiltner (11) objaśnia zjawiska te wyrównaniem niekorzystnie działających mieszanin soli mineralnych, względnie wydzielin korzeniowych na organizm roślinny. Swoiste oddziaływanie różnych związków organicznych na roślinę wykazał W. B. Bottomley (12) w pracach swych w latach 1914—20, wyjaśniając, że w przefermentowanym kompoście torfowym znajdują się substancje, które nazwał „auksymonami“, wywołujące stymulujące działanie na organizm roślinny. Wedle Hilitzera wodne wyciągi torfowe korzystnie oddziałują na wzrost roślin (13). Na podstawie studiów ekologicznych autor wyróżnia pewne rośliny, które w przyrodzie szczególnie dodatnio reagują na związki próchniczne. Kissel (14) w latach 1925—8 przeprowadził doświadczenia nad wpływem pyłu węgla brunatnego na pszenicę, buraki i ziemniaki, stwierdzając jego działanie dodatnie na produkcję. Wedle tego autora związki humusowe, zawarte w węglu brunatnym, działają przede wszystkim na rozwój chloroplastów i w następstwie na cały organizm. R. Lieske (15) potwierdza te obserwacje i wyjaśnia, że związki próchniczne, humiany preparowane z węgla brunatnego, działają stymulująco na rozwój rośliny. Błagowestschenski A. W. i Prosorowskaja (16) wykazali, że sole kwasu humuso-

8. Ehrenberg P., Bodenkolloide. 2. Aufl. Dresden u. Leipzig, str. 327.

9. Höveler W., Jahrb. f. wiss. Bot. 24, 283—316, 1892.

10. Hiltner J., Landw. Jahrb. f. Bayern, 1913, 485, 1915, 769.

11. Hiltner E., Fortschritte der Landw. 1926, I, 329.

12. Bottomley W. B., Ann. of Botany 34, 345—52, 1920 — wg Waksmana „Humus“, London 1936.

13. Hiltner A., Beihefte z. Bot. Centralbl. 49, 467—95, 1932.

14. Kissel — wg Lieske R., Zeitschr. f. angewandte Chemie 45, 121—4, 1932.

15. Lieske R., Zeitschr. f. angewandte Chemie 45, 121—4, 1932.

16. Błagowestschenski A. W. u. Prosorowskaja A. A., Biochem. Zeitschr. 274, 341, 1934.

wego dodatnio oddziaływują na pobieranie azotu i potasu przez len w kulturach wodnych. M. C. Rayner (17) wykazała wpływ związków próchnicznych na wzrost korzeni sosny na ubogiej glebie piaszczystej.

Sprawą oddziaływania różnych ciał koloidowych, a także związków próchnicznych zajmowano się w Zakładzie Fizjologii Roślin i Chemii Rolnej U. P. od r. 1927. Wykazano, że wyciągi obornika, jak i ekstrakty torfowe, preparowane przy pomocy alkaliów (NH_3 , KOH , NaOH , K_2CO_3 , Na_2CO_3 i NaF) korzystnie oddziałują na wzrost korzeni w środowisku ubogim w składniki mineralne (18). W obecności związków mineralnych ekstrakty próchniczne dodatkowo oddziałują na aparat chlorofilowy i przez to zwiększają wydajność produkcji i przyspieszają rozwój roślin. Pomijamy tutaj wpływ dodatniego działania próchnicy na niższe organizmy, między innymi dodatni wpływ, jaki wywiera próchnica na rozwój azotobaktera, co zostało wyjaśnione w pracach państwa Krzemieniewskich (19).

Zadaniem pracy niniejszej jest ponowne skontrolowanie swojego działania próchnicy preparowanej z torfu na rośliny w kulturach wodnych, a także w doświadczeniu wazonowym. Tę część eksperymentalną pracy wykonał p. J. Bielecki. Wobec faktu, że ów preparat próchniczny zawiera pokaźne ilości zaabsorbowanych ciał mineralnych, możnaby wpływ próchnicy na roślinę tłumaczyć obecnością wprowadzonych ciał, przez próchnicę zaabsorbowanych. Podjęto przeto badania nad możliwym oczyszczeniem preparatu torfowego. Doświadczenia odnośnie wykonał p. T. Galiński. Również wyodrębniono pewną grupę ciał próchnicznych, która jest w wodzie najbardziej rozpuszczalną, a którą Sven Oden określa jako fulwokwasy. Ponieważ można związki te otrzymać w stanie bardzo czystym, wolnym od związków mineralnych, przeto zachodziła kwestia czy ta grupa ciał próchnicznych wywiera jakikolwiek wpływ na rozwój roślin. Tę część pracy eksperymentalnej wykonał p. S. H. Karolczak.

A) Doświadczenia z preparatem torfowym

(wykonał Juliusz Bielecki)

Preparat próchniczny używany do doświadczeń otrzymywano przez ekstrakcję torfu niskiego przy pomocy roztworu węglanu potasowego. Odsączony wyciąg suszono przy temperaturze, nieprze-

17. Rayner M. C., Praca ref. na kongresie mikrobiolog. w Londynie w 1936.

18. Niklewski B. i Wojciechowski J., Zeitschr. f. Bodenkunde u. Pflanzenernährung. B. 4 (49), 294, 1937.

19. Krzemieniewski S., Centralbl. f. Bakt. Abt. II, 23, 161, 1909.

kraczącej 70° C i ten preparat służył do doświadczeń. Skład tego preparatu był następujący:

Ropuszczalnej próchnicy .	27.00%
K ₂ O	13.73 %
Fe ₂ O ₃	1.60 %
P ₂ O ₅	0.13 %
N	0.86 %

Z tym preparatem przeprowadzono doświadczenia w kulturach wodnych, jak i wazonach.

I. Kultury wodne

Doświadczenia przeprowadzono w słojach szklanych o pojemności jednego litra, po 17 roślin w słoju. Do doświadczenia przygotowano rośliny w ten sposób, że nasiona poddano kielkowaniu w sterylizowanym piasku. Zdrowe okazy, długości 3—5 cm, obmyto z piasku i umieszczono na krążku parafinowanym nad słojem. Słoje okryto czarnym papierem. Każda kombinacja była dwa razy powtórzona, a szereg słoików należących do jednego doświadczenia był utrzymywany w warunkach równego naświetlenia i temperatury. Każda kultura była codziennie przewietrzana. W czasie trwania doświadczenia zmieniano kilkakrotnie pożywkę, mniej więcej co 7 dni. Wszystkie kultury hodowano w wodzie wodociągowej. Przeprowadzono dwa doświadczenia, jedno z jarmużem, drugie z konopiami.

1. Doświadczenie z jarmużem (*Brassica oleracea acephala crispa*)

(Tabela I i ryc. 1)

Nasiona wysiano na piasku 8 VI 1937; wykiełkowane i oplókanе z piasku rośliny nałożono na krążki 13 VI. Kultury trzymano do 23 VI w szklarni, następnie przeniesiono je na otwarty balkon, gdzie stały w półcieniu do 19 VI. Pod koniec doświadczenia fotografowano i wykonano pomiary łodyg i liści. Doświadczenie składało się z 6 szeregów.

Szereg 1. Woda wodociągowa.

Szereg 2. Woda wodociągowa z dodatkiem 0.2 g preparatu próchnicznego.

Szereg 3. Pożywka mineralna według Pfeffera, zawierająca w 7 litrach 4 g Ca(NO₃)₂, 1 g KNO₃, 1 g MgSO₄·7H₂O, 1 g KH₂PO₄, 0.5 g KCl i ślady chlorku żelazowego.

Szereg 4. Pożywka mineralna według Pfeffera, w której jednakże $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ zastąpiono $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ przy tej samej ilości azotu, natomiast wapń dano w formie $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ celem uniknięcia wytrącenia próchnicy przez jon Ca, zawarty w azotanie. Pożywka zawierała w 7 litrach 2 g $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$, 1 g KNO_3 , 1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 g KH_2PO_4 , 0·5 g KCl, 2·5 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i ślady FeCl_3 .

Szereg 5. Pożywka, jak w szeregu 4 z dodatkiem 0·2 g preparatu próchnicznego na 1 litr.

Szereg 6. Pożywka, jak w szeregu 4 z dodatkiem 0·4 g preparatu próchnicznego na 1 litr.

Wynik przy końcu doświadczenia był następujący:

Szereg 1. Woda wodociągowa. Rozwój roślin od początku był słaby. Kielki utworzyły dwa listki, które w czasie trwania doświadczenia nieznacznie się powiększyły, kolor liści był blady, korzenie długie, cienkie, wiotkie.

Szereg 2. Woda wodociągowa z dodatkiem 0·2 g na 1 litr preparatu próchnicznego. Rośliny rozwinęły się nieco lepiej niż w szeregu 1, wytwarzając w niektórych przypadkach po 3 listki o zabarwieniu nieco ciemniejszym. Korzenie główne długie, cienkie, bardziej jędrne, posiadające szereg bocznych korzeni.

Szereg 3. Pożywka wg Pfeffera. Rośliny od samego początku dobrze się rozwijały, tworząc 4—5 liści o dość dużej powierzchni, niezbyt grube, na cienkich długich ogonkach. Intensywność zabarwienia podobna jak u roślin drugiego szeregu. Korzenie krótkie, grube, słabo rozgałęzione.

Szereg 4. Pożywka mineralna, w której Ca dano w formie trójfosforanu. Rośliny delikatniejsze i mniejsze oraz słabiej zabarwione jak w szeregu 3. Korzenie również słabiej rozwinięte.

Szereg 5. Pożywka, jak w szeregu czwartym, z dodatkiem 0·2 g preparatu próchnicznego na 1 litr. Rośliny w pierwszych stadiach rozwoju słabe, później szybko się rozwijają, przewyższając wzrostem w końcu okresu nawet rośliny szeregu trzeciego. Liście duże, grube, jędrne, o kolorze ciemnozielonym. Korzenie grube, dłuższe od korzeni szeregu poprzedniego, silnie rozgałęzione, z licznymi włosnikami.

Szereg 6. Pożywka, jak w szeregu czwartym, z dodatkiem 0·4 g preparatu próchnicznego na 1 litr.

Rośliny jeszcze bujniej się rozwinęły jak w szeregu piątym. Liście grubsze i o większej powierzchni oraz ciemniejszym zabarwieniu.

Ryc. 1. — Jarmuż (*Brassica oler. acephala crispa*)

1. Woda wodociągowa. — Tap water.
2. Woda wodoc. + 0·2 g ekstr. torf. na 1 litr. — Tap water + 0·2 g peat extr. per 1 litre.
3. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
4. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. — Pfeffer culture; Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0·2 g ekstr. torf. — Pfeffer culture; Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0·2 g peat extract.
6. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0·4 g ekstr. torf. — Pfeffer culture; Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0·4 g peat extract.

Preparat próchniczny bez soli mineralnych słabo działa. Widocznie więc sole mineralne, zawarte w roztworze próchnicznym: potas, fosfor, żelazo i związki azotowe były bez większego znaczenia. Natomiast dodatek preparatu próchnicznego do pełnej pożywki mineralnej bardzo silnie uwydatnił wpływ próchnicy, jak to wynika z pomiarów zawartych w tabeli I. Sucha substancja lodyg, liści i korzeni podniosła się przez dodatek 0·2 g preparatu próchnicznego o 43·8 %, przy dodatku 0·4 g preparatu o 66·8 %. Przy tym dodatek 27 mg K_2O na 1 litr, które z dawką 0·2 g preparatu wnosimy do kultury, nie mógł zaważyć na szali wobec około 100 mg K_2O , które zawiera pożywka mineralna, a żelazo i fosfor nieznacznie wzbogacają zasób tych soli w pożywce mineralnej.

Niewątpliwie na pożywce mineralnej próchnica silnie oddziałuje na rośliny czy to przez zwiększanie przepuszczalności plazmy, czy też bezpośrednio na wytworzenie aparatu chlorofilowego. Również silnie działa na rozgałęzienie systemu korzeniowego.

2. Doświadczenie z konopiami (*Cannabis sativa*)

Doświadczenie z konopiami miało na celu sprawdzenie zjawisk obserwowanych na jarmużu. Nadto chodziło o zorientowanie się w sprawie wpływu naświetlania na działanie próchnicy na aparat chlorofilowy. Ponieważ wytworzenie się zieleni zależy wybitnie od naświetlenia, a próchnica sprzyja wytworzeniu się zieleni, przeto starano się zorientować czy wpływ próchnicy na aparat chlorofilowy silniej czy słabiej wystąpi przy gorszych warunkach naświetlenia. Dlatego przeprowadzono dwa doświadczenia: a) w warunkach normalnego naświetlenia szklarniowego, jak z jarmużem; b) kultury drugiego doświadczenia wystawione były na światło tylko w godzinach od 10—16, potem wnoszono je do ciemni.

Doświadczenie może mieć tylko orientacyjny charakter, gdyż przez wstawienie do ciemni zmieniały się nie tylko warunki naświetlenia ale i temperatury. Doświadczenia z konopiami nadto różniły się tym, że wapń dawano w pewnych szeregach w formie fosforanu, jak w doświadczeniu z jarmużem, w pewnych szeregach w formie węglanu. Rośliny do piasku wysiano 3 VII. Kultury założono 6 VII. Doświadczenie trwało do 30 VII.

a) Doświadczenie w szklarni

(Tabela II i ryc. 2)

Temperatura w czasie trwania doświadczenia wahała się w granicach 24—30° C.

Szereg 1. Woda wodociągowa. Rośliny słabo rozwinięte. Łodygi krótkie i cienkie. Liście drobne, jasnozielone. Korzenie cienkie, długie, słabo rozgałęzione.

Szereg 2. Woda wodociągowa z dodatkiem 0.2 g preparatu próchnicznego na 1 litr. Rośliny delikatne, wyższe od poprzednich, są intensywniej zabarwione, blaszki lepiej wyrównane. Korzenie długie, cienkie, jędrne, z większą ilością korzeni bocznych.

Szereg 3. Pożywka wg Pfeffera. Rozwój roślin dobry, łodygi grube, liście długie i szerokie. Barwa słabsza nieco od szeregu 2. Korzenie główne grube, krótkie, boczne słabo rozwinięte.

Szereg 4. Pożywka mineralna, jak w szeregu 3, w której Ca dano w formie $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Rozwój roślin słabszy i mniej wyrównany. Liście mniejsze, kolor nieco jaśniejszy, niż w szeregu 3. Korzenie również słabiej rozwinięte.

Szereg 5. Ta sama pożywka, co w szeregu 4, z dodatkiem 0.2 g preparatu próchnicznego. Rośliny lepiej rozwinięte, niż w po-

TABELA (TABLE) II

Wpływ ekstraktu torfowego na rozwój konopi (*Cannabis sativa*)
 Influence of peat extract on the development of hemp (*Cannabis sativa*)

Roztwór Solution	Sucha masa łodyg i liści w <i>g</i> Dry mass of stems and leaves in <i>g</i>	Sucha masa korzeni w <i>g</i> Dry mass of roots in <i>g</i>	Wysokość roślin w <i>mm</i> Height of plants in <i>mm</i>	Długość liści w <i>mm</i> Length of leaves in <i>mm</i>	Szerokość liści w <i>mm</i> Width of leaves in <i>mm</i>	Ilość liści jednej rośliny Amount of leaves on one plant
1. Woda wodoc. Tap water	0.6085	0.1090	191	21	8.0	5
2. Woda wodoc. + 0.2 <i>g</i> ekstr. torf. na 1 litr Tap water + 0.2 <i>g</i> peat ex- tract per 1 litre	0.6535	0.1223	211	23	8.5	5
3. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	1.6446	0.1647	321	38	13.0	8
4. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ Pfeffer culture Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	1.5032	0.1383	312	35	12.0	8
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0.2 <i>g</i> ekstr. torfowego Pfeffer culture Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0.2 <i>g</i> peat extract	2.1094	0.1716	361	39	13.0	10
6. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 Pfeffer culture Ca as CaCO_3	1.3169	0.1341	305	31	11.5	8
7. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 + 0.2 <i>g</i> ekstr. torfow. Pfeffer culture Ca as CaCO_3 + 0.2 <i>g</i> peat extract	2.0030	0.1649	352	39	13.0	9

Średnie ze wszystkich roślin każdej kombinacji

Ryc. 2. — Konopie (*Cannabis sativa*).

1. Woda wodociągowa. — Tap water.
2. Woda wodoc. + 0.2 g ekstr. torf. na 1 litr. — Tap water + 0.2 g peat extract per 1 litre.
3. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
4. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. — Pfeffer culture; Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0.2 g ekstr. torf. — Pfeffer culture; Ca as $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ + 0.2 g peat extract.
6. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 . — Pfeffer culture; Ca as CaCO_3 .
7. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 + 0.2 g ekstr. torf. — Pfeffer culture; Ca as CaCO_3 + 0.2 g peat extract.

przednich szeregach. Łodygi grube, liście szerokie, długie o kolorze ciemnozielonym. Korzenie główne grube, silnie rozgałęzione.

Szereg 6. Pożywka mineralna, jak w szeregu 3, lecz Ca dano jako CaCO_3 . Rozwój roślin słaby, gorszy niż w szeregu 4. Łodygi cienkie, liście krótkie i wąskie, słabo zabarwione. Korzenie krótkie, niezbyt grube.

Szereg 7. Pożywka jak w szeregu 6, lecz z dodatkiem 0.2 g preparatu próchnicznego. Rośliny w rozwoju dorównują roślinom szeregu 5, przewyższając znacznie rośliny hodowane na samej pożywce mineralnej. Łodygi grube, liście długie, szerokie, koloru ciemnozielonego. Korzenie dobrze rozwinięte, grube, dość długie, silnie rozgałęzione, z licznymi włosnikami.

Preparat próchniczny bez soli mineralnych bardzo słabo działa. Natomiast w obecności pożywki mineralnej działanie jest bardzo silne, w przypadku stosowania fosforanu wapnia sucha substancja

lodyg i liści oraz korzeni wzrosła pod wpływem próchnicy o 39 %, przy węglenie wapnia o 49 %.

b) Doświadczenie z częściowym zaciemnieniem roślin

Kultury codziennie od godziny 16 do 10 drugiego dnia pozostawały w ciemni. W szklarni temperatura wahała się od 24—30° C, w ciemni od 20—21° C.

Rośliny, które tylko przez 6 godzin na dobę były naświetlane, są słabiej rozwinięte, co się objawia zarówno w ogólnym wyglądzie, jak też w suchej substancji masy roślinnej. W tych warunkach działanie próchnicy jest wyraźnie słabsze, aniżeli przy pełnym naświetleniu. Przyrost suchej substancji wzrasta pod wpływem próchnicy w pożywce z fosforanem wapnia o 24 %, w obecności węglanu wapnia o 20·6 %. Działanie próchnicy jest tym wyraźniejsze, im lepsze są warunki wegetacyjne.

II. Doświadczenia wazonowe

Do doświadczenia użyto ubogiej ziemi bielicy pola doświadczalnego i ziemię tę mieszano z grubym piaskiem 3:1. Wazonny wypełniono 6 kg tej mieszaniny, a na wierzch dano 2 kg ziemi, którą z odpowiednimi dla każdego szeregu nawozami mieszano. Po napełnieniu wazonów ziemią podlano wodą destylowaną do osiągnięcia 60 % pełnej nasiąkliwości i ten stan nasycenia utrzymywano przez cały okres doświadczenia.

Założono 3 doświadczenia 13 III z owsem, gorczycą i konopiami. Do każdego wazonu wsiano 20 ziarn. Po kilku dniach pozostawiono po 10 roślin owsa, 13 roślin gorczycy, 11 roślin konopi. Początkowo wazonny były w szklarni. Następnie 7 IV wazonny z owsem wystawiono na balkon otwarty, to samo uczyniono 17 IV z wazonami z gorczycą, natomiast wazonny z konopiami pozostały w szklarni. Codziennie wazonny przedstawiano celem równomiernego naświetlenia.

Każde doświadczenie składało się z 6 szeregów.

1. Doświadczenie z owsem (*Avena sativa*)

(Tabela III)

Szereg 1. Wschody nierówne. Rośliny od samego wzejścia słabe, blaszki liściowe cienkie, wolno się rozwijają. Po przeniesieniu na balkon blaszki liściowe zaczynają żółknąć. Kłoszenie nierówne trwa kilka dni. Wiechy delikatne o 4—5 piętrach i 7—10 rozgałęzieniach. Ziarno słabo wykształcone, waga 1000 ziarn 22·6 g.

Szereg 2. Dodatek 2 g preparatu próchnicznego, wschody równiejsze niż w szeregu 1. Blaszki liściowe krótkie, cienkie, intensywniej

TABELA (TABLE) III

Wpływ ekstraktu torfowego na rozwój owsa (*Avena sativa*) w kulturze wazonowej
 The influence of peat extract on the development of oats (*Avena sativa*) in pot culture

Nawożenie Manuring	Wysokość roślin w <i>cm</i> Height of plants in <i>cm</i>	Waga roślin 1 wazonu w <i>g</i> Weight of plants of 1 pot in <i>g</i>	Waga ziarn 1 wazonu w <i>g</i> Weight of grains of 1 pot in <i>g</i>	Ilość ziarn 1 wazonu Amount of grains of 1 pot	Waga 1000 ziarn w <i>g</i> Weight of 1000 grains in <i>g</i>
1. Ziemia bez nawożenia Soil without manuring	70.0	11.2	4.3	190	22.6
2. Dodatek 2 <i>g</i> ekstr. próchnicy Addition of 2 <i>g</i> peat extract	74.1	11.6	4.6	200	23.0
3. Dodatek soli mineral- nych Addition of mineral nutrients	94.3	27.6	11.0	410	26.8
4. Dodatek soli mineral- nych i 1 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 1 <i>g</i> peat extract	99.5	29.7	12.5	450	27.7
5. Dodatek soli mineral- nych i 2 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 2 <i>g</i> peat extract	97.4	31.4	13.2	450	29.4
6. Dodatek soli mineral- nych i 4 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 4 <i>g</i> peat extract	96.2	30.7	13.2	460	28.7
Średnie z trzech wazonów					

zabarwione. Z chwilą przeniesienia na balkon rośliny nie wykazują tej wrażliwości, co rośliny szeregu 1, żółknienie jest słabsze. Okres kłóśzenia się jest krótszy, wiechy słabe, ziarno nieco lepiej wykształcone, waga 1000 ziarn wynosi 23·0 g.

Szereg 3. Pożywka mineralna. Wschody trwały o jeden dzień dłużej aniżeli w szeregach poprzednich. Rośliny dobrze się rozwijają i równomiernie, blaszki liściowe grube, długie i szerokie, łodygi grube. Przystosowanie się do nowych warunków po przeniesieniu na balkon lepsze od szeregów poprzednich. Wiechy duże o pięciu piętrach i 13—15 rozgałęzieniach. Ziarno znacznie grubsze, o wadze 1000 ziarn wynoszącej 26·8 g.

Szereg 4. Pożywka mineralna z dodatkiem 1 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin dobry. Wschody równe. Grubość i długość blaszek liściowych jak na pożywce mineralnej. Różnica występuje w wysokości roślin i intensywności zabarwienia na korzyść szeregu 4. Po przeniesieniu wazonów na balkon, rośliny szybko się przystosowały do nowych warunków. Wiechy silne o 5—6 piętrach i 14—16 rozgałęzieniach. Waga 1000 ziarn 27·7 g.

Szereg 5. Pożywka mineralna z dodatkiem 2 g preparatu próchnicznego. Rośliny tego szeregu w rozwoju nie różnią się od roślin szeregu 4. Wzrost ich jest cokolwiek mniejszy, natomiast grubość łodyg i liści większa. Waga 1000 ziarn wynosi 29·4 g.

Szereg 6. Pożywka mineralna z dodatkiem 4 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin gorszy niż w szeregu 4 i 5, lecz lepszy niż w szeregu trzecim. Ciemny kolor liści i łodyg. Waga 1000 ziarn wynosi 28·7 g.

Wschody we wszystkich szeregach, które otrzymały próchnicę, są równiejsze. Dodatni wpływ próchnicy zauważono w przystosowaniu się roślin do niższej temperatury na balkonie. Rośliny, które otrzymały preparaty próchniczne, mniej żółkły i lepiej do niskiej temperatury się dostosowały. Rośliny te odznaczały się też ciemniejszą barwą liści i łodyg. Wpływ preparatu próchnicznego uwidocznił się w wadze roślin, ilości ziarn i ich wykształceniu się. Na próchnicy było ziarn więcej i lepiej były wykształcone.

2. Doświadczenie z gorczycą (*Sinapis alba*)

(Tabela IV)

Doświadczenie założono 13 III. Ilość roślin w wazonie 13. Początkowo rośliny hodowano w szklarni, 17 IV przeniesiono je na kryty balkon. Sprzętu dokonano 13 VII.

TABELA (TABLE) IV

Wpływ ekstraktu torfowego na rozwój gorczycy (*Sinapis alba*) w kulturze wazonowej

The influence of peat extract on the development of mustard (*Sinapis alba*) in pot culture

Nawożenie Manuring	Wysokość roślin w <i>cm</i> Height of plants in <i>cm</i>	Waga roślin 1 wazonu w <i>g</i> Weight of plants of 1 pot in <i>g</i>	Waga ziarn 1 wazonu w <i>g</i> Weight of grains of 1 pot in <i>g</i>	Ilość ziarn 1 wazonu Amount of grains of 1 pot	Waga 1000 ziarn w <i>g</i> Weight of 1000 grains in <i>g</i>
1. Ziemia bez nawożenia Soil without manuring	75.5	8.19	1.24	325	3.76
2. Dodatek 2 <i>g</i> ekstr. próch. Addition of 2 <i>g</i> peat extract	77.3	9.10	1.48	390	3.80
3. Dodatek soli mineralnych Addition of mineral nutrients	103.1	20.93	2.97	715	4.09
4. Dodatek soli mineralnych i 1 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 1 <i>g</i> peat extract	108.4	22.23	3.52	819	4.20
5. Dodatek soli mineralnych i 2 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 2 <i>g</i> peat extract	106.6	21.97	3.74	871	4.31
Średnie z trzech wazonów					

Szereg 1. Rośliny w dwa tygodnie po wzejściu zaczynają coraz wolniej przyrastać i kolor liści staje się coraz jaśniejszy. Po przeniesieniu roślin na balkon lodygi i liście zabarwiły się na kolor ciemnoczerwony; lodygi są cienkie, niskie, a liście małe. Kwiatostan mały, luszczyny cienkie, krótkie, zawierające po 2 ziarna słabo wykształcone.

Szereg 2. Dodatek 2 g preparatu próchnicznego. Rośliny wzrostem przewyższają poprzednie. Słabiej występuje czerwone zabarwienie na lodygach i liściach. Liście małe o intensywniejszym zielonym zabarwieniu. Kwiatostan również mały, luszczyny cienkie, zawierające 2—3 ziarn nieco lepiej wykształconych.

Szereg 3. Pożywka mineralna. Rozwój roślin dobry, lodygi grube i wysokie. Liście duże, grube, delikatnie owłosione. Barwik czerwony na lodygach i liściach słabo występuje. Kolor liści dość intensywny. Kwiatostan duży, luszczyny grube i długie, zawierające 3—4 ziarn dobrze wykształconych.

Szereg 4. Pożywka mineralna z dodatkiem 1 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin dobry, lodygi grube, liście duże i grube. Po przeniesieniu na balkon nie wystąpił w ogóle czerwony barwik na lodygach i żyłkach blaszek liściowych. Kwiatostan duży, luszczyny długie, grube, zawierające 3—5 ziarn.

Szereg 5. Pożywka mineralna z dodatkiem 2 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin podobny jak w szeregu 4. Nie wystąpiło również czerwone zabarwienie na lodygach i żyłkach blaszek liściowych. Kwiatostan duży, luszczyny długie, grube, z ziarnem dobrze wykształconym.

Przed wszystkim wystąpił wyraźny wpływ próchnicy na wytwarzanie się czerwonego barwika pod wpływem niskiej temperatury. Gdy bez dodatku nawozu czerwienienie roślin bardzo silnie się zaznaczyło, to dodatek próchnicy zaczerwienienie łagodził, a zwłaszcza w obecności soli mineralnych przy dodatku próchnicy zaczerwienienie liści i pędów w ogóle nie nastąpiło, gdy na samej pożywce mineralnej pod wpływem niskich temperatur pędy były wyraźnie zaczerwienione.

Ponieważ w myśl teorii Noacka (20) wystąpienie barwika antocyjanowego jest spowodowane osłabieniem aparatu chlorofilowego, przeto dodatni wpływ próchnicy, która przede wszystkim ułatwia wytworzenie się zieleni, staje się zrozumiały.

Dodatnie działanie preparatu próchnicznego uwydatnia się w wyższej wadze roślin jak i w ilości wytwarzanych nasion i lepszym ich wykształceniu.

TABELA (TABLE) V

Wpływ ekstraktu torfowego na rozwój konopi (*Cannabis sativa*) w kulturze wazonowej

The influence of peat extract on the development of hemp (*Cannabis sativa*) in pot culture

Nawożenie Manuring	Wysokość roślin w <i>cm</i> Height of plants in <i>cm</i>		Waga jednej rośliny w <i>g</i> Weight of 1 plant in <i>g</i>		Ilość roślin w 1 wazonie Amount of plants in 1 pot	
	męskie male	żeńskie female	męskie male	żeńskie female	męskie male	żeńskie female
1. Ziemia bez nawożenia Soil without manuring	88.2	53.3	0.53	1.12	6	5
2. Dodatek 2 <i>g</i> ekstraktu torf. Addition of 2 <i>g</i> peat extract	91.5	53.1	0.59	1.20	7	4
3. Dodatek soli mineralnych Addition of mineral nutrients	98.3	77.6	0.91	2.51	4	7
4. Dodatek soli mineralnych i 1 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 1 <i>g</i> peat extract	112.2	72.4	1.23	3.10	6	5
5. Dodatek soli mineralnych i 4 <i>g</i> ekstraktu torfowego Addition of mineral nutrients and 4 <i>g</i> peat extract	105.6	84.0	1.09	3.16	7	4
Średnie z trzech wazonów

Ryc. 3 a. — Konopie (*Cannabis sativa*)

1. Bez nawożenia. — Without manuring.
2. Dodatek 2 g ekstraktu torfowego. — Addition of 2 g peat extract.

3. Doświadczenie z konopiami (*Cannabis sativa*)

(Tabela V i ryc. 3 a, b)

Doświadczenie założono 13 III. Przez cały czas trwania doświadczenia wazony były umieszczone w szklarni. Pod koniec doświadczenia zrobiono zdjęcia fotograficzne wszystkich wazonów. Sprzętu dokonano 8 VI.

Szereg 1. Ziemia bez dodatku. Rozwój roślin słaby. Łodygi cienkie i wiotkie. Liście złożone z trzech małych listków.

Szereg 2. Dodatek 2 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin nieco lepszy, niż w szeregu poprzednim. Łodygi cienkie, niezbyt wysokie, bardziej sztywne, liście większe składające się z 3—4 listków o zabarwieniu intensywniejszym.

Szereg 3. Pożywka mineralna. Rośliny dobrze rozwinięte. Łodygi grube, wysokie, dość sztywne. Liście duże, w ilości pięciu, o kolorze jak w szeregu poprzednim.

Ryc. 3b. — Konopie (*Cannabis sativa*)
(przy reprodukcji zmniejszono o $\frac{1}{2}$)

3. Dodatek soli mineralnych — Addition of mineral nutrients.

4. Dodatek soli mineralnych i 1 g ekstraktu torfowego. — Addition of mineral nutrients and 1 g peat extract.

Szereg 4. Pożywka mineralna z dodatkiem 1 g preparatu próchnicznego. Rozwój roślin bardzo dobry. Łodygi grube, znacznie wyższe niż w szeregu 3. Liście duże, w ilości 5—7, o kolorze ciemnozielonym.

Szereg 5. Pożywka mineralna z dodatkiem 4 g preparatu próchnicznego. Rośliny również dobrze rozwinięte, wysokością przewyższają znacznie rośliny szeregu 3. Łodygi grube, sztywne, liście duże, złożone z 5—8 listków, intensywnie zabarwione.

Dodatek preparatu próchnicznego uwydatnia się nie tylko w wyższej wadze roślin, ale również w wyraźnym przyspieszeniu rozwoju roślin, zwłaszcza roślin męskich, jak to widać z fotografii. Wpływ ten zaznaczył się w połowie drugiego miesiąca od założenia doświadczenia. Również stwierdzono wcześniejsze o 5 dni kwitnienie roślin męskich przy dodatku preparatu próchnicznego.

Omówienie doświadczeń J. Bieleckiego

Wyniki doświadczeń, przeprowadzonych tak w kulturach wodnych jak i wazonowych potwierdzają rezultaty doświadczeń z lat poprzednich.

Działanie próchnicy preparowanej z torfu uwydatnia się w silniejszym rozwoju korzeni bocznych oraz w intensywniejszym wytworzeniu aparatu chlorofilowego. Jako wynik szybszego wytworzenia chlorofilu uważać można zwiększenie suchej masy, obfitsze i lepsze wykształcenie ziarna oraz przyspieszenie kwitnienia i owocowania roślin.

Podkreślić również należy wpływ próchnicy w przystosowaniu się do trudniejszych warunków klimatycznych. Jak to z doświadczeń Bieleckiego wynika, rośliny z dodatkiem próchnicy, przeniesione w kwietniu ze szklarni na kryty balkon, okazały się odporniejsze na żółknienie blaszek liściowych w doświadczeniu z owsem a u gorczycy odporniejsze na czerwienienie łodyg.

B) Doświadczenia z czystym humianem potasu

(wykonał T. Galiński)

W doświadczeniach J. Bieleckiego wyraźnie stwierdzono wpływ preparatu próchnicznego na rozwój roślin tak w kulturach wazonowych, jak i wodnych. Chcąc jednakże uniknąć zarzutu, że lepszy rozwój roślin mógł być rezultatem składników, towarzyszących preparatowi próchnicznemu, założono w tym samym roku doświadczenia z oczyszczonym humianem potasu.

Czysty humian potasu otrzymano z preparatu torfowego. Uwolniony od części ziemistych preparat torfowy zalano roztworem 2% kwasu solnego. Zebrany na sączku osad przemywano kilkakrotnie rozcieńczonym kwasem solnym, następnie wodą destylowaną do zniknięcia reakcji na chlor. Świeży osad zebrano do butelki, zalano 1 litrem wody, następnie dodano 27 cm³ 5% roztworu węglanu potasu. Po dokładnym wymieszaniu ciemny roztwór rozcieńczono do 5 litrów. Skład w ten sposób przygotowanego roztworu próchnicznego był następujący:

w 100 cm³ roztworu znaleziono:

0.21 g wytrąc. kw. solnym próchnicy

0.0019 g K₂O

Przeprowadzono dwa doświadczenia, mianowicie z sałatą i kopiami w kulturach wodnych biorąc 10 i 20 cm³ powyższego roztworu na 1 litr wody lub też pożywki Pfeffera.

Ryc. 4. — Sałata (*Lactuca sativa*)

1. Woda wodociągowa. — Tap water.
2. Woda wodoc. + 20 cm³ roztworu próchnicznego. — Tap water + 20 cm³ humus solution.
3. Pożywka Pfeffera; Ca jako Ca₃(PO₄)₂. — Pfeffer culture; Ca as Ca₃(PO₄)₂.
4. Pożywka jak pod 3 + 20 cm³ roztworu próchn. — Culture as 3. + 20 cm³ humus solution.
5. Pożywka jak pod 3 + 0.2 g ekstraktu torf. — Culture as 3. + 0.2 g peat extract.

1. Doświadczenie z sałatą (*Lactuca sativa*)

(Tabela VI i ryc. 4)

Doświadczenie z sałatą założono 22 VI 1937. W dn. 16 VIII 1937 zrobiono zdjęcia fotograficzne i dokonano pomiarów materiału roślinnego.

Szereg 1. Rośliny b. słabo rozwinięte. Liście o bladym zabarwieniu. Korzenie główne cienkie, długie, boczne krótkie i ciemne, włosników prawie nie ma.

Szereg 2. Rośliny silniejsze. Liście o zabarwieniu jasnozielonym. Korzenie główne długie, korzeni bocznych więcej, włosników stosunkowo mało.

Szereg 3. Rośliny średnio rozwinięte. Liście o bardzo jasnym zabarwieniu. Korzenie główne krótkie, grube, włosniki dobrze rozwinięte.

Szereg 4. Rośliny lepiej rozwinięte niż w szeregu 3. Liście o barwie zielonej. Korzenie główne i boczne prawie jednakowej długości, stosunkowo krótkie.

Szereg 5. Wygląd roślin bardzo bujny, zieleń ciemnozielona. Korzenie główne średniej długości, bocznych dużo, włosniki silnie rozwinięte.

TABELA (TABLE) VI

Wpływ czystego humianu potasowego na rozwój salaty (*Lactuca sativa*)The influence of pure potassium humate on the development of lettuce (*Lactuca sativa*)

Roztwór Solution	Średnia długość pędów w <i>cm</i> Average length of shoots in <i>cm</i>	Średnia długość korzeni głównych w <i>cm</i> Average length of main roots in <i>cm</i>	Pomiary liści Measurements of leaves		Sucha masa w <i>g</i> Dry mass in <i>g</i>			pH na początku pH at the beginning	
			Ilość Amount	Śr. dług. 1 liścia w <i>cm</i> Average length of 1 leaf in <i>cm</i>	Śr. szer. 1 liścia w <i>cm</i> Average width of 1 leaf in <i>cm</i>	Pędy i liście Shoots and leaves	Korzenie Roots		Cała roślina Whole plant
1. Woda podwójnie destylowana Water twice destil.	4.6	29.0	6	1.7	0.7	0.171	0.014	0.185	5.5
2. Woda wodociągowa Tap water	9.2	28.2	7	3.4	1.1	0.430	0.112	0.542	7.6
3. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	19.9	17.1	11	6.4	1.9	1.117	0.119	1.236	7.1
4. Pożywka Pfeffera; Ca jako Ca ₃ (PO ₄) ₂ Pfeffer culture; Ca as Ca ₃ (PO ₄) ₂	26.2	9.4	10	8.0	2.7	1.663	0.099	1.762	7.2

5. Pożywka jak 4 + 10 cm^3 roztworu próchnicznego Culture as 4 + 10 cm^3 humus solution	29.4	13.4	10	8.6	2.9	1.719	0.123	1.842	7.3
6. Pożywka jak 4 + 20 cm^3 roztworu próchnicznego Culture as 4 + 20 cm^3 humus solution	41.6	15.1	11	9.7	3.6	2.724	0.167	2.891	7.3
7. Woda wodociągowa + 10 cm^3 roztworu próchnicznego Tap water + 10 cm^3 humus solution	9.0	33.4	7	3.4	1.1	0.427	0.144	0.571	7.3
8. Woda wodociągowa + 20 cm^3 roztworu próchnicznego Tap water + 20 cm^3 humus solution	10.2	36.8	7	3.9	1.2	0.456	0.155	0.611	7.4
9. Pożywka jak 4 + 0.2 g ekstraktu torfowego Culture as 4 + 0.2 g peat extract	40.2	12.6	11	10.1	3.8	2.854	0.191	3.045	7.5

Liczby podane w tabeli VI są średnimi z 20 roślin.

5. Pożywka jak 4 + 10 cm^3 roztworu próchnicznego Culture as 4 + 10 cm^3 humus solution	28.5	12.3	144.8	12	2.8	0.9	2.296	0.141	2.437
6. Pożywka jak 4 + 20 cm^3 roztworu próchnicznego Culture as 4 + 20 cm^3 humus solution	27.6	13.1	135.2	12	2.7	0.8	2.079	0.127	2.206
7. Woda wodociągowa + 10 cm^3 roztworu próchnicznego Tap water + 10 cm^3 humus solution	20.9	30.9	581.1	8.5	1.9	0.7	0.768	0.205	0.973
8. Woda wodociągowa + 20 cm^3 roztworu próchnicznego Tap water + 20 cm^3 humus solution	22.6	28.8	545.4	9	1.9	0.7	0.868	0.174	1.042
9. Pożywka jak 4 + 0.2 g ekstraktu torfowego Culture as 4 + 0.2 g peat extract	29.8	13.2	161.0	12	3.0	0.9	2.352	0.157	2.509

Liczby podane w tabeli VII są średnimi z 20 roślin.

Szereg 6. Rośliny jeszcze bujniejsze, sucha masa znacznie wyższa. Włosniki grube. U nasady korzeni bocznych spotyka się korzonki trzeciego rzędu.

Szereg 7. Rośliny bardzo słabo rozwinięte, zieleń znacznie ciemniejsza aniżeli w szeregu 1 i 2. Korzenie główne i boczne bardzo długie, pokryte licznymi włosnikami.

Szereg 8. Wygląd roślin nieco lepszy aniżeli w szeregu poprzednim. Liście o barwie ciemnej. Korzenie główne bardzo długie, boczne z licznymi włosnikami.

Szereg 9. Rośliny najlepiej rozwinięte. Liście o bardzo intensywnym zabarwieniu. Korzenie główne krótkie, grube, boczne z obfitymi włosnikami. Sucha masa wyższa niż w szeregu 6.

2. Doświadczenie z konopiami (*Cannabis sativa*)

(Tabela VII i ryc. 5)

Doświadczenie z konopiami założono 22 VI 1937; zdjęcia fotograficzne zrobiono 18 VIII 1937; pomiary materiału roślinnego wykonano w czasie od 18 VIII do 24 VIII 1937.

Szereg 1. Rozwój roślin bardzo słaby. Liście bladozielone, łodygi krótkie, wiotkie. Korzenie długie, cienkie, korzeni bocznych mało, włosniki nieliczne.

Szereg 2. Łodygi nieco grubsze, dłuższe, ulistnienie silniejsze, liście również blade. Korzenie główne nieco krótsze lecz silniejsze, o licznych rozgałęzieniach, pokryte włosnikami.

Szereg 3. Rośliny silne o wyglądzie zdrowym. Łodygi grube o wyglądzie normalnym. Korzenie główne silne lecz krótkie, korzenie boczne liczne i pokryte silnie włosnikami.

Szereg 4. Kultury słabiej rozwinięte niż w poprzednim szeregu. Liście normalnie zabarwione. Korzenie krótkie, bocznych odgałęzień stosunkowo mało. Sucha masa nieco mniejsza.

Szereg 5. Rośliny bardzo dobrze rozwinięte. Łodygi grube. Barwa liści ciemna. Korzenie główne stosunkowo krótkie. Korzeni bocznych niedużo lecz długie. Sucha masa wyższa niż na zwykłej pożywce Pfeffera.

Szereg 6. Wygląd roślin nieco gorszy niż w szeregu poprzednim. Sucha masa również mniejsza. Widocznie większa dawka próchnicy działa niekorzystnie.

Szereg 7. Rośliny słabe. Korzenie główne bardzo długie, o dużej ilości korzeni bocznych z licznymi włosnikami. Sucha masa nieco wyższa niż na samej wodzie wodociągowej.

Ryc. 5. — Konopie (*Cannabis sativa*)

1. Woda wodociągowa. — Tap water.
2. Woda wodociągowa + 20 cm³ roztw. próchn. — Tap water + 20 cm³ humus solution.
3. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
4. Pożywka Pfeffera; Ca jako Ca₃(PO₄)₂. — Pfeffer culture; Ca as Ca₃(PO₄)₂.
5. Pożywka jak pod 4 + 20 cm³ roztw. próchn. — Culture as 4. + 20 cm³ humus solution.
6. Pożywka jak pod 4 + 0.2 g ekstr. torf. — Culture as 4. + 0.2 g peat extract.

Szereg 8. Wygląd roślin nieznacznie różni się od roślin szeregu poprzedniego. Sucha masa nieco wyższa.

Szereg 9. Rośliny najlepiej rozwinięte. Długość łodyg dochodzi do 30 cm. Kolor liści ciemnozielony. Korzenie główne krótkie, grube, korzenie boczne również krótkie i grube, z licznymi włosnikami.

Omówienie wyników

Przechodząc do omówienia wpływu czystego humianu potasowego na rozwój roślin, widzimy z obu zestawień i fotografii bujniejszy wygląd roślin na szeregach z dodatkiem 10 i 20 cm³ roztworu próchnicznego w porównaniu z normalną pożywką Pfeffera i z pożywką Pfeffera, w której Ca dano w formie Ca₃(PO₄)₂. Działanie obu dawek próchnicy jest nieco gorsze w porównaniu z dawką 0.2 g preparatu próchnicznego, jednakże nieznacznie ustępuje, co jest widoczne na liczbach suchej masy. Wypływa stąd wniosek, że składniki występujące w surowym preparacie próchnicznym nie wywierają większego wpływu, prawdopodobnie są zbyt silnie związane, aby roślina mogła z nich korzystać. Nieco lepsze działanie samego roztworu próchnicznego w porównaniu z wodą wodociągową polega na obecności małej ilości wprowadzonego potasu (0.019 mg K₂O, względnie 0.038 mg K₂O na litr).

Potwierdza się więc fakt, zaobserwowany na roślinach z preparatem próchnicznym w doświadczeniu J. Bieleckiego, że zachodzą głębokie zmiany fizjologiczne w ustroju rośliny, powodowane obecnością próchnicy. Wynikiem tych zmian jest lepsze wykształcenie aparatu chlorofilowego oraz udowodniona na innym miejscu (21) większa absorpcja soli mineralnych.

C) Doświadczenia z rozpuszczalnymi w wodzie kwasami próchnicznymi

(wykonał St. Karoleczak)

Materiałem wyjściowym do otrzymania rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych był torf (torfy niskie) z Ogrodu Uprawy Roślin Lekarskich na Solaczu.

Torf przesuszony na powietrzu, zawierający 30—35 % wody, na drodze sedymentacji oddzielono od części ziemistych. Zebraną czarną masę organiczną zadawano w dużej zlewce kilkakrotnie 1 % kwasem solnym, celem usunięcia wapnia, żelaza i innych składników zaabsorbowanych, bądź też chemicznie związanych z próchnicą. Po dokładnym wymyciu kwasu solnego, płyn ponad osadem przybrał zabarwienie czerwone. Po odrzuceniu dwóch pierwszych frakcji zabarwionych, następne zbierano do naczyń jenajskich do chwili, kiedy płyn zaczął przybierać zabarwienie słabo żółte. Wszystkie frakcje zebrano w dużym naczyniu celem wymieszania i osiągnięcia jednolitego roztworu. Roztwór kwasów próchnicznych posiadał zabarwienie czerwone.

Badania ultramikroskopowe przeprowadzone w Zakładzie Chemii Fizycznej U. P. wykazały, że roztwór kwasów próchnicznych w świetle przechodzącym daje słaby efekt Tyndalla. W polu ultramikroskopowym roztwór przedstawia się jako sol typowo polidyspersoidowy o budowie amikronowej z małą domieszką cząstek skoagulowanych, ruchy Browna wybitnie silne. Zewnętrznie przedstawia się jako roztwór jednorodny. Zawartość kwasów próchnicznych oznaczono przez wyparowanie 100 cm³ roztworu na miseczce platynowej na łaźni wodnej, następnie wysuszono w suszarce w temperaturze 70—75° C. W kilku oznaczeniach stwierdzono 16 mg masy próchnicznej w 100 cm³ roztworu.

21. Pastewski J., Acta Societatis Bot. Pol. X, nr 3, 1933.

Niklewski B., Biochem. Zeitschr. 271, H. 1—3, 1934.

Niklewski B. i Wojciechowski J. Wpływ związków próchnicznych na pobieranie fosforanu amonu — (NH₄)₂HPO₄ i siarczanu amonu — (NH₄)₂SO₄ przez rośliny. Acta Soc. Bot. Poloniae XV, 1938.

Każdorazowo spalona sucha masa wykazała brak popiołu.

Do oznaczenia azotu ogólnego wzięto 500 cm³ roztworu, który po lekkim zakwaszeniu odparowano w Kjeldahlu do małej objętości, następnie spalono kwasem fenolosiarkowym. Azotu nie znaleziono; pH roztworu, zmierzone elektrometrycznie, wynosiło 4·3.

Z owymi kwasami próchnicznymi, rozpuszczalnymi w wodzie, przeprowadzono doświadczenia z 6 gatunkami roślin w kulturach wodnych, probówkach objętości 90 cm³, każda kombinacja w 8 powtórzeniach (po 8 roślin). Do odpowiedniej kombinacji z wpływem kwasów próchnicznych dodawano 40 cm³ roztworu wyizolowanych kwasów, resztę objętości probówek uzupełniono wodą lub też pożywką. W każdej próbówce znajdowała się jedna roślina, zawieszona na szklanym haczyku. Probówki, owinięte czarnym papierem, umieszczono w statywie i w pierwszym okresie rozwoju pozostawały w szklarni, z nastaniem upałów wyniesiono je na balkon. Rośliny do doświadczeń wykiełkowano w czystym piasku, korzenie oplukano z resztek ziemi bardzo delikatnym strumieniem wody. Do hodowli brano tylko okazy nieuszkodzone, zdrowe, o długości 5 cm.

Rośliny każdego doświadczenia znajdowały się w jednakowych warunkach temperatury i naświetlenia, co uzyskiwano przez częste przestawianie kultur. W celu dostarczenia roślinom dostatecznej ilości tlenu, kultury przewietrzano co 2, ewentualnie co 3 dni, przy pomocy aspiratora. Zmiany roztworów przeprowadzano 2—3 razy w miesiącu.

Doświadczenia przeprowadzono z następującymi roślinami: konopiami, gorczycą, burakami cukrowymi, jarmużem, lnem i sałatą. Każde doświadczenie składało się z następujących szeregów:

Szereg 1. Woda podwójnie destylowana.

Szereg 2. Woda wodociągowa.

Szereg 3. Woda wodociągowa z dodatkiem rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych. Na każdą probówkę przypadało 6·4 mg próchnicy, pH=7·5.

Szereg 4. Pożywka wg Pfeffera.

Szereg 5. Pożywka wg Pfeffera, przy czym Ca(NO₃)₂ zastąpiono przez (NH₄)NO₃, wapń dodano w formie niezjonizowanej jako CaCO₃, by uniknąć strącenia próchnicy.

Skład pożywki w tym szeregu przedstawiał się następująco: 2 g (NH₄)NO₃, 1 g MgSO₄·7H₂O, 1 g KH₂PO₄, 0·5 g KCl, 2·5 g CaCO₃. Wyżej wymienione sole rozpuszczano w 7 litrach wody wodociągowej i dodawano 6 kropli chlorku żelazowego 5%. Pożywki tej używano

w doświadczeniach z konopiami i gorczycą, w innych zaś doświadczeniach zastąpiono 2·5 g CaCO_3 przez 2 g CaHPO_4 .

Szereg 6. Pożywka jak pod 5 + 6·4 mg próchnicy.

Pod koniec doświadczenia zrobiono zdjęcia fotograficzne poszczególnych kultur, biorąc z każdego szeregu po trzy najbardziej charakterystyczne okazy. Pomiaru liści, łodyg i korzeni wykonano na wszystkich roślinach. P_H roztworów zmierzono kolorymetrycznie aparatem Kühna u wszystkich roślin przed założeniem doświadczenia, a po ukończeniu tylko u konopi i gorzycy. W pozostałych doświadczeniach pH końcowego nie oznaczono, dlatego że wahało się ono wskutek częstej zmiany pożywki w granicach błędów możliwych.

1. Doświadczenie z konopiami (*Cannabis sativa*)

(Tabela VIII i ryc. 6a, b)

Doświadczenie trwało od 18 IV—26 V. Fotografie wykonano 20 V, pomiary zaś od 22 V do 26 V 1937.

Szereg 1. Woda podwójnie destylowana. Rozwój roślin bardzo słaby. Liście bladozielone, małe, łodygi cienkie, wiotkie. Korzenie cienkie, włosników brak. P_H na początku doświadczenia 5·5, przy końcu 6·9—7·5.

Szereg 2. Woda wodociągowa. Łodygi nieco dłuższe, grube. Liście większe, posiadające bladozielone zabarwienie. Korzenie główne i boczne długie i cienkie, włosniki słabe. P_H na początku 7·5 przy końcu 6·8—7·5.

Szereg 3. Woda wodociągowa z dodatkiem kwasów próchnicznych. Łodygi nieco krótsze niż na samej wodzie wodociągowej, lecz tej samej grubości. Blaszki liściowe są większe i intensywnie zabarwione. Korzenie główne długie, korzenie boczne bardzo dobrze rozwinięte, długie i liczne, pokryte włosnikami. P_H na początku 7·0 na końcu doświadczenia 7·5.

Szereg 4. Pożywka wg Pfeffera. Wygląd roślin zdrowy. Liście normalnie zabarwione, część liści do trzeciego okółka od dołu zaczyna żółknąć. Łodygi dochodzą do 1·5 mm grubości. Korzenie boczne są liczniejsze, grubsze i krótkie u nasady korzeni głównych, dalej cieńsze i mniej liczne. P_H na początku doświadczenia 7·0 przy końcu doświadczenia 7·5.

Szereg 5. Pożywka wg Pfeffera (Ca w formie CaCO_3). Rośliny są słabiej rozwinięte niż na normalnej pożywce Pfeffera. Łodygi krótsze, grubości do 1·5 mm. Dolne blaszki liściowe są żółte, górne

TABELA (TABLE) VIII

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój konopi
(*Cannabis sativa*)

The influence of water soluble humic acids on the development of hemp
(*Cannabis sativa*)

Roztwór Solution	Długość pędów w <i>cm</i> Length of shoots in <i>cm</i>	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			pH a) na pocz. b) na końcu at the begin. at the end	Sucha masa 8 roślin w <i>g</i> Dry mass of 8 plants in <i>g</i>
		Dł. korz. głównych w <i>cm</i> Length of main roots in <i>cm</i>	Ilość Amount	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w <i>cm</i> Length in <i>cm</i>	Szerokość w <i>cm</i> Width in <i>cm</i>		
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	14.7	30.7	50.2	289.8	5.7	1.6	0.5	a) 5.5 b) 6.9—7.5	0.3244
2. Woda wodociągowa Tap water	21.7	30.1	59.1	355.0	7.0	1.7	0.7	a) 7.5 b) 6.8—7.5	0.6420
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	20.5	34.3	77.2	489.4	6.2	1.7	0.7	a) 7.5 b) 7.0—7.5	0.7094
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	25.0	18.6	60.2	116.8	11.0	3.9	1.2	a) 7.0 b) 7.0—7.5	1.8609
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 Pfeffer culture Ca as CaCO_3	19.8	16.6	58.2	63.1	8.7	2.9	1.1	a) 7.0 b) 6.9—7.5	1.0747
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	27.1	17.3	63.4	127.5	11.9	4.1	1.3	a) 7.2 b) 6.9—7.2	2.0835

Liczby podane w tabeli VIII są średnimi z 8 roślin

Ryc. 6 a. — Konopie (*Cannabis sativa*)

1. Woda podwójnie destylowana. — Water twice destil.
2. Woda wodociągowa. — Tap water.
3. Woda wodociągowa + kwasy próchn.: 8 mg na 100 cm³. — Tap water + humic acids: 8 mg per 100 cm³.

Ryc. 6 b. — Konopie (*Cannabis sativa*)

4. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO₃. — Pfeffer culture; Ca as CaCO₃.
6. Pożywka jak pod 5 + kwasy próchn. — Culture as 5. + humic acids.

jasnozielone. U wszystkich roślin liście są mniejsze. Korzenie główne grube u nasady, w dalszej partii mocno się przewężają. Korzenie boczne również krótkie i grube. P_H na początku doświadczenia 7·0 przy końcu 7·5.

Szereg 6. Pożywka wg Pfeffera jak pod 5, z dodatkiem kwasów próchnicznych. Rośliny silnie rozwinięte o wyglądzie zdrowym. Łodygi bardzo długie, grubości od 1·5 do 2 mm. Blaszki liściowe liczne. Listki te są dłuższe i szersze aniżeli na obu poprzednich pożywkach mineralnych. Zabarwienie liści do końca doświadczenia intensywnie zielone. Korzenie główne niezbyt długie, natomiast korzenie boczne są bardzo dobrze i silnie rozwinięte. Na korzeniach bocznych wyrastających bliżej nasady korzeni głównych znajdują się w dużej ilości korzonki trzeciego rzędu dochodzące nieraz do 3 cm długości. P_H na początku 7·2 przy końcu doświadczenia 6·9—7·2.

Jak widzimy z przytoczonej tabeli IX i fotografii, konopie wyraźnie reagują na dodatek kwasów próchnicznych. Reakcja ta wystąpiła dopiero pod koniec trzeciego tygodnia wyraźnie. W szeregu 3 kwasy próchniczne wpłynęły silnie na bogaty system korzeniowy i przyczyniły się do intensywnego zabarwienia liści. Wyraźne działanie kwasów próchnicznych na cały organizm roślinny obserwujemy w szeregu 6, objawiające się w ilości liści i ich wymiarach, jak również w doskonałym rozwoju systemu korzeniowego. Podkreślić również należy duży przyrost suchej masy, będący wynikiem lepszego rozwoju aparatu chlorofilowego.

2. Doświadczenie z gorczycą (*Sinapis alba*)

(Tabela IX i ryc. 7 a, b)

Doświadczenie trwało od 24 IV do 30 V 1937.

Szereg 1. Rozwój roślin słaby. Liście zielone lecz bardzo małe. Łodygi cienkie. Korzenie główne mocno wydłużone, cienkie, korzenie boczne nieliczne, włósniki słabo wykształcone. P_H na początku doświadczenia 5·5, przy końcu doświadczenia 7·2.

Szereg 2. Rośliny nie lepiej rozwinięte niż na wodzie destylowanej. P_H na początku doświadczenia 7·5, przy końcu doświadczenia 7·8.

Szereg 3. Rośliny nieco lepsze niż w poprzednich szeregach. Blaszki liściowe zabarwione intensywnie zielono. Korzenie boczne liczniejsze i dłuższe, pokryte włósnikami. P_H na początku i przy końcu doświadczenia 7·5.

TABELA (TABLE) IX

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój gorczycy
(*Sinapis alba*)

The influence of water soluble humic acids on the development of mustard
(*Sinapis alba*)

Roztwór Solution	Długość pedów w <i>cm</i> Length of shoots in <i>cm</i>	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			a) na pocz. pH at the begin.	b) na końcu at the end	Sucha masa 8 roślin w <i>g</i> Dry mass of 8 plants in <i>g</i>
		Dł. korz. głównych w <i>cm</i> Length of main roots in <i>cm</i>	Ilość Amount	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w <i>cm</i> Length in <i>cm</i>	Szerokość w <i>cm</i> Width in <i>cm</i>			
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	10·2	49·0	27·1	84·7	4·4	1·0	0·6	a) 5·5 b) 7·2		0·1330
2. Woda wodociągowa Tap water	13·3	53·5	40·6	164·3	4·6	1·2	0·7	a) 7·5 b) 7·8—8·0		0·2226
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	14·0	50·5	50·6	233·9	5·4	1·1	0·7	a) 7·5 b) 7·5		0·2322
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	15·1	13·7	39·2	102·4	6·0	2·7	1·9	a) 7·0 b) 7·5		0·5812
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO_3 Pfeffer culture Ca as CaCO_3	11·2	11·8	33·5	62·7	6·2	1·8	1·3	a) 7·0 b) 7·5		0·3039
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	22·4	12·9	65·4	141·4	8·6	3·4	2·4	a) 7·2 b) 6·5		1·2821

Liczby podane w tabeli IX są średnimi z 8 roślin

Ryc. 7 a. — Gorczyca (*Sinapis alba*)

1. Woda podwójnie destylowana. — Water twice destil.
2. Woda wodociągowa. — Tap water.
3. Woda wodociągowa + kwasy próchn.: 8 mg na 100 cm³. — Tap water + humic acids: 8 mg per 100 cm³.

Ryc. 7 b. — Gorczyca (*Sinapis alba*)

4. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO₃. — Pfeffer culture; Ca as CaCO₃.
6. Pożywka jak pod 5 + kwasy próchn. — Culture as 5. + humic acids.

Szereg 4. Rośliny bardzo dobrze rozwinięte. Łodygi grubości 1—2 mm i długości 12—16·6 cm. Liście początkowo zielone, pod koniec doświadczenia jaśniejsze. Korzenie główne długie z nielicznymi korzeniami bocznymi. P_H na początku 7·0, na końcu doświadczenia 7·5.

Szereg 5. Pokrój roślin o wiele gorszy, niż na normalnej pożywce Pfeffera. Blaszki liściowe słabe, o zabarwieniu jasnym, giną wcześniej. Łodygi grubości 1—2 mm, długości 9·3—14·3 cm. Korzenie główne cienkie, korzenie boczne nieliczne, krótkie. P_H na początku doświadczenia 7·0, przy końcu 7·5.

Szereg 6. Rozwój roślin bardzo dobry. Łodygi długie 15·7—27·4 cm, mocne i grube (3 mm). Blaszki liściowe duże, o barwie intensywnie zielonej. Korzenie główne cienkie z licznymi korzeniami bocznymi. P_H na początku doświadczenia 7·2, przy końcu 6·5.

Wpływ kwasów próchnicznych wystąpił o wiele silniej aniżeli w doświadczeniach poprzednich. Wpływ ten ujawnił się po 20 dniach. Same kwasy próchniczne nie powodują przyrostu masy organicznej, jak to widzimy z liczb szeregu 3, natomiast dodane do pożywki mineralnej, wpływają na lepsze wykształcenie blaszek liściowych o intensywniejszej zieleni, a rezultatem tego jest zwiększona sucha masa.

3. Doświadczenie z lnem (*Linum usitatissimum*)

(Tabela X i ryc. 8a, b)

Doświadczenie trwało od 22 VI do 30 VIII 1937. Zdjęcia fotograficzne zrobiono 27 VII, w tym też dniu zaczęto robić pomiary, które ukończono 30 VII. P_H określono tylko na początku doświadczenia.

Szereg 1 i 2. Rośliny słabe, łodygi cienkie i wiotkie, liście bardzo małe, korzenie główne znacznie wydłużone. Korzenie boczne długości 0·3—10·9 cm. P_H w szeregu pierwszym 5·5, w drugim 7·5.

Szereg 3. Wygląd roślin lepszy aniżeli w poprzednich szeregach. Łodygi nieco mocniejsze i dłuższe. Blaszki liściowe liczniejsze, ciemnozielono zabarwione.

Szereg 4. Rośliny odznaczają się zdrowym wyglądem. Łodygi długie, grube, liście zielone. Wszystkie rośliny, z wyjątkiem dwóch, wytworzyły po dwa pędy boczne długości od 0·2—1·1 cm. Korzenie główne długie, boczne dobrze rozwinięte. $P_H=7·0$.

Szereg 5. Wygląd roślin o wiele gorszy niż w poprzednim szeregu. Łodygi i liście słabo rozwinięte, o zabarwieniu bladzielonym,

TABELA (TABLE) X

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój lnu
(*Linum usitatissimum*)

The influence of water soluble humic acids on the development of flax
(*Linum usitatissimum*)

Roztwór Solution	Długość pedów w <i>cm</i> Length of shoots in <i>cm</i>	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			pH na początku pH at the beginning	Sucha masa 8 roślin w <i>g</i> Dry mass of 8 plants in <i>g</i>
		Dł. korz. głównych w <i>cm</i> Length of main roots in <i>cm</i>	Ilość Amount bocznych korzeni of side roots w <i>cm</i>	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w <i>cm</i> Length in <i>cm</i>	Szerokość w <i>cm</i> Width in <i>cm</i>		
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	15·7	32·4	35·0	79·6	27·2	—	—	5·5	0·1298
2. Woda wodo- ciągową Tap water	18·3	43·3	29·1	86·0	28·2	—	—	7·5	0·1634
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	22·2	35·6	42·7	89·4	38·1	—	—	7·5	0·2134
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	28·3	30·8	37·0	106·2	57·0	1·6	0·5	7·0	0·4200
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaHPO ₄ Pfeffer culture Ca as CaHPO ₄	20·6	15·8	32·1	42·1	46·8	1·3	0·4	7·0	0·2294
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	31·9	21·3	40·0	133·2	68·0	1·9	0·5	7·2	0·6342

Liczby podane w tabeli X są średnimi z 8 roślin

Ryc. 8 a. — Len (*Linum usitatissimum*)

1. Woda podwójnie destylowana. — Water twice destil.
2. Woda wodociągowa. — Tap water.
3. Woda wodociągowa + kwasy próchn.: 8 mg na 100 cm³. — Tap water + humic acids: 8 mg per 100 cm³.

Ryc. 8 b. — Len (*Linum usitatissimum*)

4. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaHPO₄. — Pfeffer culture; Ca as CaHPO₄.
6. Pożywka jak pod 5 + kwasy próchn. — Culture as 5. + humic acids.

pędy boczne u czterech roślin. Korzenie główne i boczne krótkie, włóśniki niewyksztalczone. $P_H=7.0$.

Szereg 6. Rośliny bardzo dobrze rozwinięte. Łodygi grube, długie. Liście szerokie i długie, do końca doświadczenia zielono zabarwione. Wszystkie rośliny posiadają pędy boczne długości 0.6—1.7 cm. Korzenie główne i boczne dobrze rozwinięte, włóśniki obfite. $P_H=7.2$.

Wpływ kwasów próchnicznych na rozwój lnu wystąpił już wyraźnie w 17 dniu od założenia doświadczenia. W kombinacji z samymi kwasami próchnicznymi rośliny lepiej zawiązały korzenie i części nadziemne. W szeregu 6 rośliny bardzo dobrze rozwinęły łodygi i liście o silnej zieleni, natomiast w szeregu 4 i 5 wygląd roślin znacznie słabszy, o zabarwieniu mniej intensywnym.

4. Doświadczenie z sałatą (*Lactuca sativa*)

(Tabela XI i ryc. 9 a, b)

Kultury założone 28 VI, doświadczenie trwało do 3 VIII. Zdjęcia fotograficzne zrobiono 30 VII. Pomiary wykonywano od 31 VII do 3 VIII. P_H mierzono tylko na początku doświadczenia.

Szereg 1. Rośliny słabo rozwinięte. Liście zupełnie blade, przejrzyste. Korzenie główne długie, cienkie, boczne krótkie. $P_H=5.5$.

Szereg 2. Rośliny nieco silniejsze. Liście o zabarwieniu jasnozielonym. Korzenie główne długie, boczne liczniejsze aniżeli w poprzednim szeregu, włóśniki nieliczne. $P_H=7.5$.

Szereg 3. Liście roślin w tym szeregu wyróżniają się wielkością i zielenią. Korzenie główne długie, boczne liczne, pokryte obficie włóśnikami. $P_H=7.5$.

Szereg 4. Rośliny na ogół dobrze rozwinięte, o zabarwieniu jasnozielonym. Korzenie główne silne, boczne dobrze rozwinięte, włóśniki bardzo słabe. $P_H=7.0$.

Szereg 5. Rośliny słabsze, niż na normalnej pożywce Pfeffera. Liście są mniejsze, bledsze, cienkie. Korzenie cienkie i słabe. $P_H=7.0$.

Szereg 6. Wygląd roślin bardzo dobry. Liście wielkie, o znacznie intensywniejszej zieleni niż na samych pożywkach mineralnych. Korzenie główne niedługie; u nasady wyrastają liczne i silne korzenie boczne, długości 0.4—10.8 cm. Na korzeniach bocznych, występujących u korzeni głównych, znajdują się liczne korzenie trzeciego rzędu, dochodzące do kilku centymetrów długości. $P_H=7.2$.

TABELA (TABLE) XI

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój salaty
(*Lactuca sativa*)

The influence of water soluble humic acids on the development of lettuce
(*Lactuca sativa*)

Roztwór Solution	Długość pędów w <i>cm</i> Length of shoots in <i>cm</i>	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			pH na początku pH at the beginning	Sucha masa 8 roślin w <i>g</i> Dry mass of 8 plants in <i>g</i>
		Dł. korz. głównych w <i>cm</i> Length of main roots in <i>cm</i>	Ilość Amo- unt bocznych korzeni of side roots w <i>cm</i> in	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w <i>cm</i> Length in <i>cm</i>	Szerokość w <i>cm</i> Width in <i>cm</i>		
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	4.5	28.2	29.6	53.6	3.2	1.7	1.0	5.5	0.1281
2. Woda wodociągowa Tap water	4.1	23.9	38.6	99.2	3.1	2.1	1.2	7.5	0.1400
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	4.8	24.7	39.9	118.5	3.1	3.0	1.4	7.5	0.1638
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	6.2	23.7	57.0	175.9	5.6	7.4	3.2	7.0	0.7510
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaHPO_4 Pfeffer culture Ca as CaHPO_4	3.5	12.7	27.1	33.7	5.0	4.1	1.9	7.0	0.2782
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	5.9	17.0	66.6	197.3	6.2	8.1	3.7	7.2	1.0132

Liczby podane w tabeli XI są średnimi z 8 roślin

Ryc. 9 a. — Salata (*Lactuca sativa*)

1. Woda podwójnie destylowana. — Water twice destil.

2. Woda wodociągowa. — Tap water.

3. Woda wodociągowa + kwasy próchn.: 8 mg na 100 cm³. — Tap water + humic acids: 8 mg per 100 cm³.

Ryc. 9 b. — Salata (*Lactuca sativa*)

4. Pożywka Pfeffera. — Pfeffer culture.

5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaHPO₄. — Pfeffer culture; Ca as CaHPO₄.

6. Pożywka jak pod 5 + kwasy próchn. — Culture as 5. + humic acids.

TABELA (TABLE) XII

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój buraków cukrowych (*Beta vulgaris*)

The influence of water soluble humic acids on the development of sugar beet. (*Beta vulgaris*)

Roztwór Solution	Długość pędów w cm Length of shoots in cm	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			pH na początku pH at the beginning	Sucha masa 8 roślin w g Dry mass of 8 plants in g
		Dł. korz. głównych w cm Length of main roots in cm	Ilość Amount	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w cm Length in cm	Szerokość w cm Width in cm		
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	3.5	48.7	57.1	18.8	2.0	1.2	0.4	5.5	0.1005
2. Woda wodociągowa Tap water	4.0	40.5	41.0	42.7	2.1	2.3	0.8	7.5	0.2326
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	4.2	61.0	54.2	76.3	3.4	2.8	1.2	7.5	0.3038
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	4.4	25.5	64.9	165.3	5.7	5.7	2.6	7.0	1.2758
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaHPO_4 Pfeffer culture Ca as CaHPO_4	4.2	18.2	45.1	86.9	4.9	4.2	2.1	7.0	0.6076
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	4.8	18.0	84.4	199.6	6.0	5.9	2.7	7.2	1.2834

Liczby podane w tabeli XII są średnimi z 8 roślin

Z tabeli XI i fotografii widocznym jest szczególnie wyraźny wpływ kwasów próchnicznych na rozwój sałaty w szeregu 6. Już po 15 dniach zaznacza się wpływ próchnicy w wielkości liści, korzeni i w wykształceniu aparatu chlorofilowego. Toteż sucha masa tego szeregu w porównaniu szeregiem 5 jest prawie czterokrotnie wyższa, a w długości korzeni prawie 5·5-krotnie.

5. Doświadczenie z burakami cukrowymi (*Beta vulgaris*) (Tabela XII)

Doświadczenie trwało od 6 VI do 23 VII 1937. Pomiary wykonano 19 VII do 23 VII.

Szereg 1 i 2. Rośliny bardzo słabe. W drugim szeregu liście nieco większe i silniej zabarwione. Korzenie główne w obu szeregach długie, boczne liczne. Włośniki niewykształcone. P_H w pierwszym szeregu 5·5, w drugim 7·5.

Szereg 3. Wygląd roślin o wiele lepszy aniżeli w poprzednich szeregach. Liście zabarwione intensywnie zielono. System korzeniowy silnie rozwinięty. Włośniki słabe. $P_H=7·5$.

Szereg 4. Wygląd roślin dobry, o dużych liściach, normalnie rozwiniętych, zielonych. Korzenie główne u nasady grube. Korzenie boczne najdłuższe i najliczniejsze u nasady korzeni głównych, skąd wyrastają pęczkami. $P_H=7·0$.

Szereg 5. Rozwój roślin znacznie gorszy niż na normalnej pożywce Pfeffera. Liście mniejsze o zabarwieniu zielonym. Korzenie cienkie i krótkie. $P_H=7·0$.

Szereg 6. Pokrój roślin znacznie lepszy niż w dwóch poprzednich szeregach. Blaszki liściowe dłuższe i szersze o zabarwieniu intensywnie zielonym. Korzenie główne grube, boczne wyrastają krzaczo u nasady korzeni głównych. $P_H=7·2$.

Z powyższej tabeli widocznym jest wpływ próchnicy na rozwój systemu korzeniowego tak w szeregu 3 jak i 6. Również korzystnie działa próchnica na części zielone. Sucha masa szeregu 6 dwukrotnie przewyższa masę szeregu 5.

6. Doświadczenie z jarmużem (*Brassica oleracea acephala crispa*) (Tabela XIII)

Doświadczenie założono 6 VI. Trwało do 27 VII. Pomiary wykonano 23 VII do 27 VII.

Szereg 1 i 2. Rośliny bardzo słabe. Blaszki liściowe mają zabarwienie jasnozielone. Korzenie główne długie, cienkie, boczne

TABELA (TABLE) XIII

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie kwasów próchnicznych na rozwój jarmużu
(*Brassica oleracea acephala crispa*)

The influence of water soluble humic acids on the development of kale
(*Brassica oleracea acephala crispa*)

Roztwór Solution	Długość pędów w <i>cm</i> Length of shoots in <i>cm</i>	Pomiary korzeni Measurements of roots			Pomiary liści Measurements of leaves			pH na początku pH at the beginning	Sucha masa 8 roślin w <i>g</i> Dry mass of 8 plants in <i>g</i>
		Dł. korz. głównych w <i>cm</i> Length of main roots in <i>cm</i>	Ilość Amount bocznych korzeni of side roots w <i>cm</i>	Suma Sum	Ilość Amount	Długość w <i>cm</i> Length in <i>cm</i>	Szerokość w <i>cm</i> Width in <i>cm</i>		
1. Woda podw. destyl. Water twice destil.	6.1	32.8	24.2	97.5	2.1	1.2	1.1	5.5	0.1400
2. Woda wodo- ciągowa Tap water	5.4	20.8	34.2	115.5	2.1	1.5	1.3	7.5	0.1702
3. Woda wodoc. + kwasy próchniczne Tap water + humic acids	6.4	32.2	69.5	276.5	3.2	2.2	1.8	7.5	0.4140
4. Pożywka Pfeffera Pfeffer culture	7.2	23.6	52.5	142.7	6.0	3.8	2.9	7.0	0.5748
5. Pożywka Pfeffera; Ca jako CaCO ₃ Pfeffer culture Ca as CaCO ₃	7.2	14.8	50.2	125.7	5.9	3.0	2.3	7.0	0.7589
6. Pożywka jak 5 + kwasy próchniczne Culture as 5 + humic acids	8.0	18.3	68.0	146.4	6.2	4.0	3.1	7.2	1.5921

Liczby podane w tabeli XIII są średnimi z 8 roślin

dość liczne, krótkie. P_H wynosiło w szeregu pierwszym 5·5, w drugim 7·5.

Szereg 3. Kultury w tym szeregu wyglądają dobrze. Blaszki liściowe większe, barwa zielona. System korzeniowy obficie rozwinięty. Włośniki dobrze wykształcone. $P_H=7·5$.

Szereg 4. Wygląd roślin zupełnie zdrowy. Liście normalnie rozwinięte, o zabarwieniu jasnozielonym. Korzenie główne cienkie, boczne długie 0·3—9·3 cm. $P_H=7·0$.

Szereg 5. Rośliny słabiej rozwinięte niż na normalnej pożywce Pfeffera. Liście mniejsze, bladozielone. Korzenie główne krótkie, cienkie. Włośniki nikle. $P_H=7·0$.

Szereg 6. Liście tego szeregu dłuższe i szersze od liści szeregu 4 i 5. Korzenie główne krótkie, natomiast korzenie boczne liczniejsze niż w dwóch poprzednich szeregach. Włośniki bardzo dobrze i obficie wykształcone. $P_H=7·2$.

W doświadczeniu z jarmużem działanie próchnicy zaobserwowano na początku 4. tygodnia, objawiające się w bogatym systemie korzeniowym, w wielkości i zabarwieniu blaszek liściowych. Sucha masa szeregu 6 przewyższa prawie trójkrotnie suchą masę roślin na normalnej pożywce Pfeffera, a dwukrotnie na zmienionej pożywce.

D) Omówienie całokształtu zagadnienia

Doświadczenia wykonane przez pp. Bieleckiego, Galińskiego i Karolczaka, które zostały wyżej w niniejszej pracy opisane, w zupełności potwierdzają nasze dawniejsze spostrzeżenia (22).

Związki próchniczne oddziałują na rozwój systemu korzeniowego roślin, szczególnie w kulturach bez składników pokarmowych względnie przy niedostatecznej ich ilości. Natomiast przy pełnej pożywce mineralnej wpływ próchnicy ujawnia się w silniejszym rozwoju pędów i liści, co wynika z lepszego wykształcenia aparatu chlorofilowego. Wielokrotnie bowiem stwierdzono w dawniejszych

22. Niklewski B., Wpływ ciał koloidowych obornika na rozwój korzeni roślin. Doświadczałnictwo Rolnicze t. VII, cz. III 1931.

Niklewski B., Über den Einfluss von Kolloidstoffen auf die Entwicklung einiger Kulturpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 78, H. 3, 1933.

Niklewski B. u. Wojeiechowski J., Über den Einfluss der wasserlöslichen Humustoffe auf die Entwicklung einiger Kulturpflanzen. Ztschr. f. Bodenkunde u. Pflanzenernährung 4 (49), H. 5—6, 1937.

jak i w obecnie opisanych doświadczeniach, że próchnica silnie oddziałuje na tworzenie się zieleni.

Powstaje zagadnienie, o ile efekty, uzyskane preparatami próchnicznymi czy też wyciągami wodnymi obornika, polegają na absorbowanych przez próchnicę jonach, jak np. potasie, fosforze, żelazie, a może i innych elementach lub polegają na obecności związków azotowoorganicznych, z próchnicą związanych, albo też są wynikiem działań samych związków próchnicznych na organizm roślinny.

Niniejsza praca rozstrzyga to zagadnienie o tyle, że reakcje osiągnięte przez T. Galińskiego z czystym humianem potasowym oraz reakcje otrzymane przez S. H. Karolczaka związkami próchnicznymi, oczyszczonymi, pozbawionymi zarówno azotu jak i soli mineralnych, zbliżonymi do związków określonych przez Sven Odena jako fulwokwasy, bynajmniej nie ustępują reakcjom, jakie uzyskiwał J. Bielecki przez nieoczyszczone preparaty próchniczne. Na tej podstawie staje się w wysokim stopniu prawdopodobnym, że czyste związki próchniczne oddziałują bezpośrednio na organizm roślinny i są najważniejszym czynnikiem w skutecznie działających preparatach próchnicznych.

Dokładniejsze fizjologiczne sprecyzowanie tego zjawiska wpływu próchnicy na roślinę wymaga ustalenia różnych wpływów próchnicy na organizm. Na korzeniach obserwowano, tak w wyżej opisanych jak i w dawniejszych doświadczeniach, silne oddziaływanie próchnicy na podział komórek, czego wynikiem staje się silne pobudzenie rośliny do rozrostu systemu korzeniowego. Natomiast wydłużanie się komórek nie idzie w parze z podziałem komórek. Jak wiadomo, zahamowanie wydłużenia komórek przez próchnicę jest przyczyną zjawiska chemotropijnego korzeni, wywołanego przez związki próchniczne (23).

Efektowne oddziaływanie próchnicy na korzenie ustępuje nieco w pożywce mineralnej, która hamuje wzrost i rozgałęzienie korzeni. Natomiast w obecności soli mineralnych uwidocznia się bardzo wyraźnie wpływ próchnicy na pędy i liście rośliny. Przede wszystkim aparat chlorofilowy rozbudowuje się pod wpływem próchnicy. Do tej pory nie wykonano oznaczeń analitycznych chlorofilu, ale różnice w barwie zieleni u roślin pobudzonych próchnicą a roślin hodowanych bez próchnicy są tak widoczne, że występują silnie już na zdjęciach

23. Niklewski B. and Wolnicka J., On the morphological phenomena of roots chemotropically excited. *Bullet. Intern. Academie Polonaise des Sciences et d. Lettres, Série B.* I. 1937.

fotograficznych. Wprawdzie w kulturach bez dodatku soli mineralnych rośliny pod wpływem próchnicy nabierają barwy ciemnozielonej, ale działanie próchnicy na cały organizm przez pośrednie oddziaływanie na aparat chlorofilowy stało się możliwe dopiero w obecności pełnej pożywki mineralnej. Wynikiem tego jest znaczniejsza rozbudowa organizmu. Dla stwierdzenia tego faktu trzeba było pożywkę Pfeffera, używaną do tych doświadczeń, zmienić. Ze względu na niebezpieczeństwo strącenia próchnicy trzeba było silnie jonizujące sole wapniowe, jak azotan wapnia, zastąpić fosforanem dwuwapniowym. Ten nowy skład pożywki nie dawał wprawdzie tak dobrych warunków wzrostu jak pożywka Pfeffera, ale wpływ próchnicy w tych warunkach bardzo silnie się zaznaczał, gdyż plon suchej masy pod jej wpływem niekiedy dwa a nawet trzykrotnie wzrastał, co zresztą zaznacza się i na zdjęciach fotograficznych. Jeśli nawet porównamy kultury z próchnicą z kulturami, wyrosłymi na normalnej pożywce Pfeffera, to rośliny na próchnicy lepiej są rozwinięte, szczególnie uwydatnia się to na kulturach gorczycy, jarmużu, lnu, sałaty, słabiej nieco na burakach i konopiach, choć i tutaj dodatni wpływ próchnicy jest niezaprzeczalny.

Ponieważ próchnica wpływa silnie na tworzenie się zieleni, a ta oddziałuje na rozbudowę organizmu, przeto nie było można określić bezpośredniego oddziaływania próchnicy na rozbudowę pędów i liści. Byłoby to możliwe jedynie w warunkach wykluczenia światła. Doświadczenie orientacyjne wykazało, że w gorszych warunkach naświetlenia próchnica słabiej działa.

Oddziaływanie próchnicy na organizm roślinny jest wedle dotychczasowych naszych badań wielostronne. W roztworze próchnicy podział komórek stożków wzrostu korzeni jest intensywniejszy niż w pożywce mineralnej. Pod wpływem próchnicy wytwarzanie się zieleni jest obfitsze. Przepuszczalność plazmy dla soli pokarmowych wzrasta znacznie pod wpływem próchnicy (24). Stąd wynika znacznie silniejsza rozbudowa organizmu, przyspieszenie rozwoju rośliny i intensywniejszy przyrost suchej masy.

Wynikiem wzmoczenia sił życiowych jest zwiększona odporność rośliny na nieprzyjemne warunki klimatyczne, obserwowana przez J. Bieleckiego, jak i zwiększona odporność na choroby, np. odpor-

24. Niklewski B., Über den Einfluss von Kolloidsubstanzen auf die Aufnahmefähigkeit von Magnesium- und Ammoniumchlorid durch die Wurzeln der Pflanzen. *Biochem. Zeitschr.* 271, H. 1-3, 1934.

Pastewski J., Wpływ ciał koloidowych na pobieranie soli CaCl_2 przez korzenie roślin. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 10, nr 3, 1933.

ność ziemniaków na choroby pod wpływem próchnicy (obserwowana przez Ruschmanna — 25).

Z tych doświadczeń, wykonanych w kulturach wodnych wynika, że próchnica jest czynnikiem silnie oddziaływującym na organizm roślinny. Nie można przeto wątpić, że czynnik ten również działa na rośliny dziko rosnące. Hilitzer (13) rozróżnia rośliny humifilne, humifoby i rośliny obojętne. Przypuszczać należy, że próchnica rozpuszczalna jest ważnym czynnikiem decydującym o kształtowaniu się zespołów roślinnych.

Niemniej ważne jest znaczenie próchnicy rozpuszczalnej w produkcji naszych roślin uprawnych. Wnosząc do roli dawkę obornika 300 q na ha, dajemy 60—300 kg rozpuszczalnej próchnicy i temu czynnikowi, zdaniem naszym, przypisać należy, że nawóz organiczny daje wyższą produkcję aniżeli same nawozy mineralne. Oczywiście w pewnych przypadkach, przy złej strukturze glebowej, związki organiczne mogą szczególnie korzystnie działać dlatego, że poprawiają strukturę.

Skoro próchnica rozpuszczalna, wniesiona do roli z obornikiem, ulegnie strąceniu lub utlenieniu, przypuszczać należy, że zasilenie roślinności tą próchnicą wpłynie dodatnio na produkcję. Istotnie zauważyliśmy w doświadczeniach polowych (26) tworzenie się u zbóż korzeni przybyszowych pod wpływem próchnicy, danej posypowo na rośliny w postaci odpowiednio przygotowanych kompostów. Łan wskutek tego zgęszcza się i ziarno lepiej wykształca. Ponieważ obornik stosujemy tylko raz na kilka lat, zasilenie roślin rozpuszczalną próchnicą, np. w postaci kompostów, może być w produkcji polowej ważnym dopełnieniem nawożenia.

Jeszcze większe znaczenie mieć może rozpuszczalna próchnica w kulturze ogrodowej. Zauważyliśmy dużą wrażliwość na próchnicę zarówno u warzyw jak i u niektórych kwiatów. Np. nawożenie próchnicą powodowało u pomidorów przyspieszenie wegetacji oraz obfitsze owocowanie. Uprawiane rośliny ogrodowe wymagają nie tylko zasobów składników pokarmowych ale i rozpuszczalnej próchnicy, za czym przemawia praktyka nawozowa w ogrodach.

Atoli największych efektów działania próchnicy spodziewać

25. Ruschmann G., Hofmist- und Edelmistwirkungen. Landwirt. Jahrb. 84, H. 2, 1937.

26. Wojciechowski J. i Wilska A., Wartość produkcyjna kompostów. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. 36, 1936.

Niklewski B. i Eysymontt J., Wartość produkcyjna próchnicy rozpuszczalnej w kulturze polowej. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. 1938.

się należy na ubogich w próchnicę, wypłukanych glebach laterytowych w krajach podzwrotnikowych. Wydaje się, że nie jest rzeczą przypadkową, że właśnie w Centralnych Indiach Bryt. Howard i Wad wypracowali metodę produkcji kompostu, który odznacza się, zdaniem naszym, dużą ilością rozpuszczalnej próchnicy (27).

Z Zakładu Fizjologii Roślin i Chemii Rolnej Uniwersytetu Poznańskiego w Poznaniu.

Summary

The experiments described in this paper confirm our former observations. The humic compounds act on the root development especially in the cultures without any or with insufficient quantities of mineral salts. In the presence of full mineral nutrition the humus caused a stronger development of the stems and leaves and especially an abundant formation of chlorophyll.

It is a question, whether the activity of the humus solution depends upon the absorbed ions of potassium, phosphorus, iron and perhaps on the microelements or only upon the humic compounds.

These experiments explain this problem inasmuch, that the pure humic substances used were similar to the fulvoacids of Sven Oden, and these compounds deprived of nitrogen and other mineral elements caused the same reactions of the plants as with the humus not purified.

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

27. Howard A. and Wad Y. D., The waste products of agriculture. H. Milford, Oxford 1931.