

MARIAN GÓRSKI , LESZEK KUSZELEWSKI

## WPŁYW NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I MINERALNEGO NA ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ I SKŁAD PRÓCHNICY GLEBOWEJ W ŚWIETLE 38-LETNICH DOŚWIADCZEŃ W SKIERNIEWICACH

Katedra Chemii Rolniczej SGGW Warszawa

Problem substancji organicznej gleby, a szczególnie próchnicy skupia od wielu lat uwagę wielu badaczy. Powodem tego zainteresowania jest fakt, że obecność próchnicy decyduje o korzystnym układzie całego kompleksu właściwości gleby, wpływających na jej żyzność. Stąd pochodzi wielostronny charakter prowadzonych badań.

Z punktu widzenia praktycznego sprawą podstawową jest poznanie zespołu czynników umożliwiających zwiększenie lub utrzymanie zawartości próchnicy w glebie na poziomie niezbędnym do zapewnienia żyzności. Podstawową trudność sprawia jednak fakt, że ilość próchnicy w glebie zależy w sposób zasadniczy od układu wielu mało poznanych czynników klimatycznych i glebowych, którego rezultatem jest określona równowaga procesów biologicznych i ich dynamika. Z kolei równowadze tej odpowiada określony stosunek mineralizacji do humifikacji i odpowiednia zawartość próchnicy w glebie, korzystna lub niekorzystna z punktu widzenia rolniczego.

Od dawna starano się wpływać na zawartość substancji organicznej w glebie przez nawożenie, szczególnie nawozami organicznymi. Problem ten w wielu krajach badano w oparciu o wieloletnie doświadczenia nawozowe. Badania w Skierniewicach ze względu na długotrwałość i warunki przyrodnicze dostarczają materiałów typowych dla przeciętnych warunków Polski.

### PRZEGLĄD LITERATURY

Interpretacja wyników badań nad wpływem nawożenia na zawartość substancji organicznej w glebie jest bardzo trudna ze względu na duże różnice, w jakich prowadzono badania. Dotyczą one najczęściej gleby, klimatu, następstwa roślin, nawożenia i stosowanych metod analitycznych.

Większość doświadczeń dotyczy wpływu wieloletniego nawożenia obornikiem na zawartość substancji organicznej w glebie, przy czym ze względu na dużą zmienność warunków jedne z nich wskazują na duży, a inne na bardzo mały współczynnik humifikacji obornika.

I tak K o n o n o w a podaje, że na glebie biellicowej Smoleńskiej Stacji Doświadczalnej przy dawkach 100 q obornika uzyskano utrwalenie w glebie do 95% substancji organicznej wniesionej w oborniku [13]. D r a c z e w w glebie piaszczysto-gliniastej po wieloletnim ugorze czarnym, nawożonym obornikiem, stwierdził mineralizację jego masy w 50% [5]. Równocześnie zawartość próchnicy na podobnych poletkach nie nawożonych spadła bardzo znacznie w stosunku do wyjściowej. W obu przytoczonych doświadczeniach wpływ obornika na wzrost substancji organicznej w glebie był duży.

W Rothamsted po 50 latach nawożenia stwierdzono wyraźny wzrost w glebie węgla organicznego. W doświadczeniach tych mimo niespotykane dużych dawek około 80% jego masy uległo mineralizacji [8]. Trzeba również dodać, że przy tych dawkach duże podwyższenie zawartości węgla stwierdzono w ciężkiej glebie gliniastej, a znacznie mniejsze w glebie piaszczystej. Podobny stopień mineralizacji obornika stwierdzono w płodozmianie, w doświadczeniach Dołgoprudnej Stacji na glebie gliniastej [2]. W Askow po 48 latach nawożenia mineralizacji uległo aż około 85% substancji organicznej, wniesionej w oborniku [11]. Równocześnie, podobnie jak w Rothamsted, przy pełnym nawożeniu mineralnym w stosunku do poletek nie nawożonych zawartość węgla organicznego w glebie była większa, choć mniejsza niż na poletkach nawożonych obornikiem. Podobnie duży stopień mineralizacji obornika stwierdzono w Halle [17], w doświadczeniach Kuźnieckiej Stacji [13] i w Nederling [22]. Uzyskane w nich wyniki wskazują na mały przyrost węgla organicznego, gdyż obornik, dawany nawet w częstych i dużych dawkach, był mineralizowany w 83—89%. Według danych G e r i c k e'a mineralizacja ta w płodozmianie jest większa i może wynosić 95% masy organicznej [6].

G r o d n i j badając wpływ różnych dawek nawozów mineralnych i organicznych na zawartość próchnicy stwierdził, że nawożenie mineralne nie zmieniło zawartości próchnicy w glebie [7]. Jakkolwiek obornik zwiększył jej zawartość w glebie zgodnie ze wzrostem dawek, to jednak przyrost próchnicy w stosunku do jednostki obornika wyraźnie malał przy większych jego dawkach. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono humifikację związków organicznych obornika w granicach około 13—30%.

Jak widać, wpływ obornika na zawartość substancji organicznej gleby nie jest jednakowy, gdyż zależy od zespołu czynników decydujących o stopniu jego humifikacji. Wobec tego zrozumiałe są różnice uzyskanych wyników, trudności w ich uogólnianiu, jak też i znaczne różnice poglądów wielu badaczy w tej sprawie [1, 5, 6, 8, 10, 13, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 28]. W większości doświadczeń mineralizacja obornika była bardzo duża i obejmowała 80—85% wniesionej masy organicznej, stąd w wielu przypadkach wzrost jej w glebie był nieznaczny.

Wieloletni wpływ nawożenia mineralnego na zawartość substancji organicznej gleby jest jeszcze mniej poznany. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń są na ogół jednak podobne i wskazują, że trwale wyłączone nawożenie mineralne w sposób istotny nie zmienia zawartości substancji organicznej w glebie [3, 8, 15, 20]. Wspólna tendencja wyników tych badań polega na tym, że o ile na poletkach nie nawożonych występuje z czasem wyraźny spadek zawartości substancji organicznej w glebie, o tyle przy nawożeniu mineralnym zawartość ta utrzymuje się na poziomie wyjściowym.

W niniejszej pracy zebrano wyniki dotychczasowych badań prowadzonych w Skierniewicach na polu doświadczalnym SGGW nad wpływem wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość substancji organicznej w glebie.

Przedstawiony materiał zawiera wyniki badań przeprowadzonych przez:

— M. G ó r s k i e g o, L. K r ó l i k o w s k i e g o [9] na polu z żytem po 20 latach doświadczeń (1923—1942),

— L. K u s z e l e w s k i e g o i E. M r o z a na ten sam temat po 38 latach doświadczeń (1923—1960),

— A. K l a w e n k a [12] na temat wpływu nawożenia na zawartość i jakość próchnicy na polu z monokulturą ziemniaka po 30 latach doświadczeń (1924—1953).

#### BADANIA WŁASNE

W celu zbadania wpływu wieloletniego nawożenia obornikiem i nawozami mineralnymi na zawartość substancji organicznej i skład próchnicy w glebie wykorzystano trwale doświadczenia z monokulturą żyta i ziemniaków. Doświadczenia te założono w Skierniewicach w latach 1923/24 na glebie bielicowej lekkiej, wytworzonej z gliny zwałowej. Z punktu widzenia rolniczego jest to gleba III klasy użytkowej, o maksymalnej pojemności wodnej około 21%, łatwa w uprawie, lekko kwaśna, typowa dla naszego kraju w grupie gleb lekkich. Jej skład mechaniczny i niektóre własności chemiczne przedstawiono w tabl. 1 i 2.

T a b l i c a 1

Skład mechaniczny gleby w Skierniewicach (%)  
Mechanical soil composition at Skierniewice (%)

| Profil<br>Profile    | Próbka<br>z głębokości<br>Sampling<br>depth<br>cm | Średnica cząstek - Particle diameter - mm |       |          |           |           |           |             |            |        |
|----------------------|---|---|-------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|--------|
|                      |   | >1  | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,10 | 0,10-0,05 | 0,05-0,02 | 0,020-0,006 | 0,06-0,002 | <0,002 |
| A <sub>1</sub> 0-25  | 0-15  | 2,5                                       | 8,3   | 26,0     | 35,7      | 10,0      | 2,0       | 7,0         | 3,0        | 8,0    |
|                      | 15-25   | 6,0                                       | 12,0  | 24,5     | 33,5      | 11,0      | 5,0       | 6,0         | 4,0        | 4,0    |
| A <sub>2</sub> 25-50 | 30-45   | 5,1                                       | 8,0   | 21,0     | 36,0      | 10,0      | 5,0       | 6,0         | 6,0        | 8,0    |
| B 50-120             | 110-120   | 9,1                                       | 6,8   | 16,3     | 31,9      | 14,0      | 6,0       | 10,0        | 10,0       | 5,0    |

T a b l i c a 2

Charakterystyka niektórych własności chemicznych gleby w Skierniewicach  
Some characteristic chemical properties of the Skierniewice soil

| pH               |         | mg-równ. na 100 g powietrznie suchej gleby<br>m e 100 g airdry soil |                                     |                                  | N<br>ogółem<br>total<br>% | C<br>organ.<br>% | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | K <sub>2</sub> O |
|------------------|---------|---|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------|--|------------------|
| H <sub>2</sub> O | KCl     | kwasicowość<br>wymieniana<br>availab.<br>acidity                    | kwasicowość<br>hydrolit.<br>acidity | suma<br>zasad<br>sum of<br>bases |                           |                  | wg Egnera - mg/100 g<br>powietrznie suchej<br>gleby<br>after Egner - mg/100 g<br>airdry soil |                  |
| 6,0-6,6          | 5,5-6,0 | 0,12-0,28   | 1,03-1,50                           | 8,70-8,85                        | 0,084-0,097               | 0,62             | 6,7-9,3  | 10,3-11,3        |

Dane meteorologiczne dla Skierniewic za okres ubiegłych 40 lat, podobne zresztą do średnich dla Polski centralnej i znacznej części kraju, przedstawiono w tabl. 3.

Doświadczenie z wiecznym żytem i ziemniakami składa się z 10 kombinacji nawozowych powtórzonych 5-krotnie. Są to następujące kombinacje:

- |              |   |
|--------------|---|
| 1 — 0,       | 6 — PN,   |
| 2 — obornik, | 7 — KN,   |
| 3 — CaNPK,   | 8 — NaNO <sub>3</sub> ,                               |
| 4 — NPK,     | 9 — (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , |
| 5 — PK,      | 10 — CaCN <sub>2</sub> .                              |

Na kombinacjach 3, 4, 6, 7 i 8 stosuje się azot w saetrze sodowej, na odpowiednich kombinacjach fosfor w superfosfacie, a potas w 40% soli potasowej. Na kombinacji 2 stosuje się corocznie obornik w ilości 200 q/ha o następującej średniej zawartości składników pokarmowych w dawce: N — 100 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 60 kg, K<sub>2</sub>O — 120 kg.

T a b l i c a 3

Warunki meteorologiczne w Skierniewicach w okresie 1921-1960 (wg L.Loboszyńskiego)  
 Meteorologic conditions at Skierniewice 1921-1960 (after L.Loboszyński)

| Miesiąc - Month              | Średnia temperatura powietrza<br>Mean air temperature<br>°C | Średnie opady<br>Mean precipitation<br>mm |
|------------------------------|---|---|
| Styczeń - January            | - 2,7   | 21,1                                      |
| Luty - February              | - 2,4   | 22,7                                      |
| Marzec - March               | 1,5   | 22,9                                      |
| Kwiecień - April             | 7,3   | 36,5                                      |
| Maj - May                    | 13,4  | 45,3                                      |
| Czerwiec - June              | 16,4  | 62,9                                      |
| Lipiec - July                | 18,5  | 81,4                                      |
| Sierpień - August            | 17,5  | 72,0                                      |
| Wrzesień - September         | 13,5  | 44,9                                      |
| Październik - October        | 8,2   | 34,6                                      |
| Listopad - November          | 3,1   | 35,2                                      |
| Grudzień - December          | 0,8   | 26,8                                      |
| Średnia roczna - Annual mean | 7,8   | 506,6                                     |

Dawki nawozów mineralnych na polu z wiecznym żytem w pewnych okresach ulegały zmianom, mianowicie stosowano na hektar (w kilogramach):

|                               | 1923—1935 | 1936—1951 | 1952—1960 |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| N                             | 50        | 30        | 60        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 50        | 30        | 30        |
| K <sub>2</sub> O              | 80        | 50        | 60        |
| CaO                           | 1000      | 1000      | 1000      |

Na polu z wiecznymi ziemniakami dawki nawozów ulegały również zmianom, w związku z czym stosowano na hektar (w kilogramach):

|                               | 1924—1935 | 1936—1947 | 1948—1955 | 1956—1960 |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| N                             | 50        | 30        | 30        | 60        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 60        | 30        | 30        | 30        |
| K <sub>2</sub> O              | 80        | 60        | 30        | 80        |
| CaO                           | 1200      | 1200      | 1200      | 1200      |

Przy ustalaniu zawartości substancji organicznej w glebie próbki starano się pobierać tak, aby jak najbardziej zmniejszyć błąd wynikający ze zmienności glebowej [4]. W tym celu z każdego poletka pobierano osobną próbkę średnią. W badaniach G ó r s k i e g o i K r ó l i k o w s k i e g o próbkę zbiorczą sporządzono w ten sposób, że z czterech miejsc na każdym poletku wycinano na pełną głębokość jedną łopatę ziemi. Uzyskaną próbkę zbiorczą mieszano i pobierano z niej próbkę średnią. W badaniach K u s z e l e w s k i e g o i M o r o z a próby zbiorcze z poszczególnych poletek gromadzono za pomocą łaski Egnera. Z każdego metra kwadratowego po-

bierano dwa ułćcia idąc po przekątnej kwadratów wzdłuż poletek. Glebę do analiz przesiewano przez sito o oczkach  $\phi$  2 mm.

Węgiel organiczny oznaczono przez spalanie na mokro w mieszaninie kwasu siarkowego i dwuchromianu potasu oraz ważenie powstałego dwutlenku węgla. Posługiwano się przy tym aparatem Knoppa, zmodyfikowanym przez G ó r s k i e g o i K r ó l i k o w s k i e g o [9].

Azot ogólny oznaczono metodą Kjeldahla. Skład próchnicy glebowej oznaczono metodą T i u r i n a [12, 25, 26, 27]. Oprócz tego przeprowadzono dodatkowe oznaczenia frakcji kwasów fulwowych rozpuszczalnych przy bezpośrednim traktowaniu gleby pozbawionej substancji bitumicznych rozcieńczonym kwasem siarkowym. Według T i u r i n a frakcja ta występuje w dość znacznych ilościach w glebach kwaśnych. Oznaczono również zawartość związków próchnicznych nie związanych z wapniem i nie występujących w trwałych połączeniach z żelazem i glinem, a w szczególności zawartość kwasów huminowych i fulwowych bezpośrednio rozpuszczalnych w 0,1n ługu sodowego.

#### W PŁY W N A W O Ż E N I A N A Z A W A R T O Ś Ć S U B S T A N C J I O R G A N I C Z N E J W G L E B I E N A P O Ł U Z M O N O K U L T U R ą Ż Y T A

Pierwsze badania glebowe na zawartość substancji organicznej przeprowadzono po 20 latach trwania doświadczenia, drugie po 38 latach. Wyniki obu badań podano w tabl. 4.

W badaniach przeprowadzonych po 20 latach stwierdzono istotne zwyżki węgla tylko na poletkach nawożonych obornikiem. Na wszystkich pozostałych poletkach różnice były nieistotne. Można przyjąć, że w okresie 20 lat poprzedzających te badania na kombinacji z obornikiem przyorano go w ilości 4000 q, w tym około 1000 q suchej masy, a w niej do 500 q węgla organicznego. Pod wpływem takiego nawożenia w stosunku do pozostałych poletek zawartość węgla organicznego w glebie zwiększyła się o około 0,2%, co w przeliczeniu na hektar wynosi 6000 kg. Wobec tego na poletkach nawożonych obornikiem wzrost zawartości węgla organicznego w glebie stanowił 12% węgla wprowadzonego z obornikiem. W tym samym czasie nawożenie mineralne bez względu na kombinację w stosunku do poletek nie nawożonych nie wpłynęło istotnie na zawartość substancji organicznej w glebie. Nie zmieniło jej również nawet wapnowanie.

Po 38 latach doświadczeń zawartość węgla organicznego na poletkach nawożonych obornikiem utrzymuje się na tym samym poziomie co po 20 latach i pozostaje istotnie większa w stosunku do innych kombinacji. Wskazuje to na pewną stabilizację zawartości substancji organicznej w glebie mimo stosowania bardzo dużych dawek obornika. W okresie tym działanie obornika polegało na uzupełnianiu substancji organicznej w gle-

T a b l i c a 4

Zawartość węgla (w procentach) w glebie w zależności od nawożenia na polu z monokulturą żyta  
Soil carbon content (in %) in relation to fertilization on rye monoculture

| Kombinacja<br>Treatment                      | 0    | Obornik<br>Manure | CaNPK | NPK  | PK   | PN   | KN   | NaNO <sub>3</sub> | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CaCN <sub>2</sub> | Przedział<br>ufności<br>Confidence<br>interval<br>P = 0,95 |
|--|------|-------------------|-------|------|------|------|------|-------------------|---|-------------------|--|
| Średnia za okres 20 lat<br>Mean for 20 years | 0,62 | 0,85              | 0,64  | 0,65 | 0,60 | 0,62 | 0,61 | 0,65              | 0,62  | 0,62              | 0,06   |
| Średnia za okres 38 lat<br>Mean for 38 years | 0,55 | 0,85              | 0,58  | 0,59 | 0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,57              | 0,56  | 0,57              | 0,08   |

T a b l i c a 5

Zawartość azotu (w procentach) w glebie w zależności od nawożenia na polu w monokulturą żyta  
Soil nitrogen content (in %) in relation to fertilization on rye monoculture

| Kombinacja<br>Treatment                         | 0     |               | Obornik<br>Manure |               | CaNPK |               | NPK   |               | PK    |               | PN    |               | KN    |               | NaNO <sub>3</sub> |               | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |               | CaCN <sub>2</sub> |               | Przedział<br>ufności<br>Confidence<br>interval<br>P = 0,95 |
|---|-------|---------------|-------------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------------------|---------------|---|---------------|-------------------|---------------|--|
|   | N     | $\frac{C}{N}$ | N                 | $\frac{C}{N}$ | N     | $\frac{C}{N}$ | N     | $\frac{C}{N}$ | N     | $\frac{C}{N}$ | N     | $\frac{C}{N}$ | N     | $\frac{C}{N}$ | N                 | $\frac{C}{N}$ | N   | $\frac{C}{N}$ | N                 | $\frac{C}{N}$ |  |
| Średnia za okres<br>20 lat<br>Mean for 20 years | 0,054 | 11,7          | 0,071             | 11,9          | 0,062 | 10,1          | 0,061 | 10,6          | 0,062 | 9,8           | 0,058 | 10,6          | 0,056 | 11,1          | 0,058             | 11,2          | 0,060   | 10,4          | 0,061             | 10,1          | 0,004  |
| Średnia za okres<br>38 lat<br>Mean for 38 years | 0,058 | 9,5           | 0,087             | 9,7           | 0,064 | 9,0           | 0,065 | 9,1           | 0,060 | 9,1           | 0,060 | 9,1           | 0,059 | 9,1           | 0,062             | 9,2           | 0,061   | 9,2           | 0,062             | 9,2           | 0,003  |

bie przy szybszych procesach mineralizacji. Podobną stabilizację substancji organicznej w glebie stwierdzono również w Halle [17]. Na pozostałych poletkach stwierdzono pewne zmniejszenie się zawartości substancji organicznej w glebie. Wytworzył się nowy poziom, lecz o układzie podobnym do poprzedniego, gdyż zawartość węgla w glebie na poletkach NPK i CaNPK pozostawała znów nieco większa, prawdopodobnie dzięki większej masie resztek poźniwnych. Należy zaznaczyć, że trwałe nawożenie mineralne wpłynęło bardzo na odczyn gleby. W 1960 r. w skrajnych granicach wynosił on od pH 7,8 na poletkach CaNPK do 4,8 na poletkach z siarczanem amonu. Różnice te nie wpłynęły jednak istotnie na zawartość substancji organicznej w glebie.

W tablicy 5 przedstawiono zawartość azotu i stosunek C : N w glebie. Po 20 latach największą zawartość azotu stwierdzono na poletkach nawożonych obornikiem. Była ona istotnie większa w stosunku do wszystkich pozostałych poletek. W stosunku do kombinacji nie nawożonej w mniejszym stopniu, ale istotnie wzrosła zawartość azotu na wszystkich poletkach z nawozami mineralnymi z wyjątkiem tych, na których stosowano dwa nawozy z pominięciem nawożenia fosforowego lub potasowego oraz tych, które wyłącznie nawożono saletrą sodową.

Po 38 latach na wszystkich poletkach z wyjątkiem kombinacji PK nastąpił wzrost zawartości azotu. Największą ilość azotu stwierdzono również na poletkach nawożonych obornikiem. Świadczy to o dużej akumulacji azotu z obornika mimo braku akumulacji węgla w ostatnich 18 latach. Najmniejsze ilości azotu stwierdzono na poletkach nie nawożonych. W stosunku do nich istotnie większe ilości azotu zawierały poletka z pełnym nawożeniem mineralnym oraz nawożone jednostronnie saletrą i azotniakiem. Na poletkach nawożonych dwoma składnikami lub jednostronnie siarczanem amonu zawartość azotu była podobna jak na poletkach nie nawożonych.

Na ogół po 38 latach na poletkach z obornikiem nastąpiła stabilizacja, a na pozostałych zmniejszenie zawartości substancji organicznej w glebie przy równoczesnym wzroście zawartości azotu prawie na wszystkich poletkach. Wpłynęło to na obniżenie wartości stosunku C : N w glebie, choć zarówno w badaniach po 20, jak i po 38 latach był on największy na poletkach nawożonych obornikiem i nie nawożonych.

Srednie plony żyta uzyskane w okresach, w których zmieniano dawki nawozów mineralnych, podano w tabl. 6. Przy ich interpretacji można przyjąć, że przez cały czas trwania doświadczenia w przeliczeniu na przyswajalne składniki poletka nawożone obornikiem otrzymywały około: 30 kg N, 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 72 kg K<sub>2</sub>O. W poszczególnych zaś okresach ilość składników przyswajalnych wprowadzona z obornikiem i nawozami mineralnymi kształtowała się różnie. Posługując się przyjętymi przeciętnymi



współczynnikami wykorzystania można sądzić, że w pierwszym okresie przy podobnych ilościach azotu i fosforu więcej potasu znajdowało się w oborniku. W drugim okresie w oborniku wnoszono większe ilości wszystkich składników pokarmowych, a w trzecim więcej azotu wnoszono w nawozach mineralnych, a potasu i fosforu w oborniku (tabl. 6).

T a b l i c a 6

Srednie plony żyta w q/ha w latach 1925-60  
Mean rye crops yields q/ha for 1925-1960

| Nawożenie<br>Treatment                          | 1925-1935 | 1936-1951 | 1952-1960 | Srednie<br>wieloletnie<br>Many - years<br>mean |
|---|-----------|-----------|-----------|--|
| 0   | 12,2      | 11,3      | 10,3      | 11,4   |
| Obornik - Manure                                | 18,4      | 18,1      | 19,2      | 18,5   |
| CaNPK   | 21,7      | 18,5      | 19,3      | 19,3   |
| KFK   | 21,6      | 16,5      | 18,1      | 18,5   |
| PK  | 14,6      | 11,8      | 12,0      | 12,7   |
| KN  | 16,2      | 14,0      | 13,7      | 14,6   |
| FN  | 18,4      | 16,5      | 16,8      | 17,1   |
| NaNO <sub>3</sub>                               | 14,8      | 13,3      | 12,6      | 13,5   |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 15,8      | 10,5      | 9,1       | 11,7   |
| CaCN <sub>2</sub>                               | 13,8      | 13,4      | 12,6      | 13,3   |

Mimo to w okresie pierwszym (1925—1935) na kombinacji CaNPK uzyskano znacznie większe plony żyta niż na oborniku, a w pozostałych okresach (1936—1951, 1952—1960) podobnie, z nieznaczną przewagą pełnego nawożenia mineralnego. Na innych kombinacjach uzyskano bardzo duże różnice plonów, spowodowane albo niedoborem poszczególnych składników w glebie, albo różnym odczynem gleby.

Bardzo duże zniżki spowodował brak azotu, następnie fosforu i potasu. Systematyczny spadek plonów występował na poletkach nawożonych wyłącznie azotem, szczególnie siarczanem amonu, na poletkach nie nawożonych i nawożonych dwoma składnikami. Różnice w plonach na poszczególnych kombinacjach nie odpowiadały różnicom zasobności gleby w substancję organiczną, a na pełnym nawożeniu mineralnym i na oborniku plony utrzymywały się na wysokim poziomie. Różnice zaś plonów między tymi kombinacjami wynikały głównie z różnej ilości przyswajalnych składników pokarmowych zawartych w oborniku i w różnych dawkach nawozów mineralnych.

Trzeba jednak zaznaczyć, że mimo największych średnich plonów żyta na pełnym nawożeniu mineralnym w poszczególnych latach plony ulegały dużym wahaniom, czego nie stwierdzono na kombinacji z oborni-

kiem. Wskazuje to na możliwość uzyskiwania wysokich i równocześnie ustabilizowanych plonów tylko przy równoczesnym stosowaniu nawozów organicznych i mineralnych.

WPLYW NAWOŻENIA NA ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ I SKŁAD  
PRÓCHNICY GLEBOWEJ NA POLU Z MONOKULTURĄ ZIEMNIAKA

Na polu z ziemniakami pierwsze badania gleby przeprowadzono po 30 latach doświadczeń. Roślina ta w przeciwieństwie do żyta pozostawia bardzo małe ilości resztek poźniwnych, a jej uprawa w monokulturze przy częstym wrzuszaniu gleby stwarzała niekorzystne warunki gromadzenia się próchnicy. Wobec tego w monokulturze ziemniaka dopatrywano się możliwości uwypuklenia wpływu obornika na zawartość substancji organicznej w glebie. W okresie 30 lat na poletkach z obornikiem wprowadzono go w ilościach 6000 q, w tym około 1500 q suchej masy, a w niej około 750 q węgla. Zawartość węgla w glebie po 30 latach doświadczeń na poszczególnych kombinacjach zależnie od nawożenia podano w tabl. 7.

Tablica 7

Zawartość węgla i azotu w glebie na polu z monokulturą ziemniaka w zależności od nawożenia  
(wg A.Klawenka)

Carbon and nitrogen soil contents on field with potato monoculture in relation to fertilization  
(after A.Klawenek)

| Kombinacje średnie<br>z 30 lat<br>Treatment mean for<br>30 years | 0     | Obornik<br>Manure | CaNPK | NPK   | PK    | PN    | KN    | NaNO <sub>3</sub> | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CaCN <sub>2</sub> | Przedział<br>ufości<br>Confidence<br>interval<br>P - 0,95 |
|--|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---|-------------------|---|
| Zawartość węgla<br>Carbon content %                              | 0,55  | 0,75              | 0,58  | 0,57  | 0,55  | 0,56  | 0,57  | 0,56              | 0,56  | 0,56              | 0,03  |
| Zawartość azotu<br>Nitrogen content %                            | 0,053 | 0,067             | 0,58  | 0,057 | 0,055 | 0,056 | 0,056 | 0,055             | 0,056   | 0,056             | 0,001   |
| C<br>N   | 10,4  | 11,2              | 10,0  | 10,0  | 10,0  | 10,0  | 10,2  | 10,2              | 10,0  | 10,0              |   |

Istotne zwiększenie zawartości węgla w glebie miało miejsce jedynie w przypadku nawożenia obornikiem. W stosunku do gleby nie nawożonej ilość węgla wzrosła o 0,20%, co odpowiada 8% ilości węgla wniesionego w tym okresie z obornikiem. Na wszystkich pozostałych poletkach różnice były nieistotne. Pewne tendencje zwykowe, podobnie jak na polu z żytem, stwierdzono na poletkach CaNPK, NPK i KN. Zawartość węgla na tych poletkach była podobna, mimo że pH gleby wahało się od 7,9 na poletkach CaNPK do 5,5 na poletkach KN. Pominięcie azotu bądź potasu obniżało zawartość węgla w glebie, natomiast przy jednostron-

nym nawożeniu różne formy nawozów azotowych działały podobnie, mimo że odczyn wahał się od pH 4,7 na poletkach z siarczanem amonu do pH 6,1 na poletkach z azotniakiem.

Większe różnice wystąpiły pod względem zawartości azotu w glebie (tabl. 7). Najwięcej azotu zawierały poletka nawożone obornikiem. W stosunku do kombinacji bez nawozów zwyżka ta wynosi 0,014<sup>0</sup>%, co stanowi 14<sup>0</sup>% azotu wniesionego z obornikiem. Wskazuje to, podobnie jak na poletkach z żytem, na większą akumulację w glebie azotu niż węgla przy nawożeniu obornikiem. W przypadku nawożenia mineralnego w stosunku do poletek kontrolnych zwyżki azotu w glebie były zawsze istotne. Najwięcej azotu miały poletka kombinacji CaNPK i NPK. Opuszczenie nawożenia azotem lub jednostronne nawożenie saletrą zmniejsza zawartość azotu w glebie. Mniejsze niżki azotu w glebie stwierdzono na poletkach, gdzie opuszczono nawożenie fosforowe i potasowe.

Na ogół można stwierdzić, że w doświadczeniu z ziemniakami nawożenie obornikiem zwiększyło istotnie zawartość węgla organicznego i azotu w glebie, a nawożenie mineralne tylko zawartość azotu.

W celu skonfrontowania tych zmian w glebie z plonowaniem roślin na poszczególnych kombinacjach w tabl. 8 przedstawiono średnie plony ziemniaków.

T a b l i c a 8

Średni plon ziemniaków (q/ha) za okres 1924-1953  
Mean potato crops (q/ha) for 1924-1953

| 0  | Obornik<br>Manure | CaNPK | NPK | PK  | PN | KN  | NaNO <sub>3</sub> | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CaCN <sub>2</sub> |
|----|-------------------|-------|-----|-----|----|-----|-------------------|---|-------------------|
| 78 | 139               | 130   | 147 | 110 | 97 | 125 | 94                | 80  | 80                |

T a b l i c a 9

Własności gleb na niektórych kombinacjach nawozowych w doświadczeniach z ziemniakami  
(wg A.Klawenka)  
Some soil properties in potato experiments with different treatment  
(after A.Klawenek)

| Kombinacja nawozowa<br>Treatment                | pH (H <sub>2</sub> O) | Kwasowość hydrolityczna<br>Hydrolytic acidity<br>mg/100 g | Suma zasad<br>mg-równ./100 g<br>Sum of bases m e /100 g |
|---|-----------------------|---|---|
| 0   | 5,2                   | 1,85  | 1,68  |
| Obornik - Manure                                | 5,7                   | 1,73  | 2,32  |
| CaNPK   | 7,9                   | nie oznaczono - undeterm.                                 | nie oznaczono - undeterm.                               |
| NPK   | 5,6                   | 1,59  | 2,39  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 4,7                   | 2,62  | 0,69  |

Na ogół średnie plony są bardzo małe, głównie ze względu na małą zdrowotność ziemniaków w monokulturze, co obniża bardzo wartość wyników. Ale nawet i w takich warunkach największe, a zarazem podobne plony uzyskano na poletkach kombinacji o pełnym nawożeniu mineralnym i na oborniku mimo różnicy w zawartości substancji organicznej i azotu w glebie. I w tym doświadczeniu o plonach decydowała przede wszystkim zawartość przyswajalnych składników pokarmowych w nawozach mineralnych i w oborniku.

Ponieważ pod wpływem wieloletniego nawożenia obornikiem i nawozami mineralnymi nie wystąpiły zasadnicze rozbieżności w ilości substancji organicznej gleby, postanowiono zbadać różnice w składzie próchnicy glebowej. Można ich było oczekiwać wobec dużych różnic we własnościach chemicznych gleby na niektórych kombinacjach (tabl. 9).

T a b l i c a 10

Skład próchnicy w procentach ogólnej ilości węgla na polu z ziemniakami  
(wg A.Klawenka)  
Humus composition in percent of total carbon on potato field  
(after A.Klawenek)

| Kombinacja<br>nawozowa<br>Treatment             | C<br>% | Substancje<br>bitumiczne<br>Bitumin<br>matter | Substancje<br>rozpuszczal-<br>ne w ln<br>Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>Matter<br>soluble in<br>ln Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Substancje<br>rozpuszczal-<br>ne w<br>Matter<br>soluble in<br>0,5-1,0n<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Kwasy<br>humi-<br>nowe<br>Humic<br>acids | Kwasy<br>fulwo-<br>we<br>Fulvic<br>acids | Huminy<br>Humins | Kwasy<br>humi-<br>nowe<br>kwasy<br>fulwowe<br>Humic<br>acids<br>Fulvic<br>acids | Kwasy<br>humi-<br>nowe<br>humi-<br>ny<br>Humic<br>acids<br>Humins |
|---|--------|---|--|--|--|--|------------------|---|---|
| 0   | 0,55   | 3,8   | 4,1  | 3,5  | 24,5                                     | 36,6                                     | 27,7             | 0,67  | 0,88  |
| Obornik<br>Manure                               | 0,75   | 4,4   | 4,8  | 4,5  | 25,4                                     | 35,8                                     | 25,1             | 0,71  | 1,01  |
| CaNPK   | 0,58   | 3,6   | 5,0  | 2,9  | 17,4                                     | 25,0                                     | 46,1             | 0,70  | 0,38  |
| NPK   | 0,57   | 4,0   | 4,7  | 4,0  | 25,0                                     | 36,7                                     | 26,6             | 0,68  | 0,98  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,56   | 4,3   | 4,3  | 3,2  | 23,5                                     | 41,0                                     | 23,7             | 0,57  | 0,99  |

Wyniki dotyczące składu próchnicy w warstwie 0—20 cm podano w tabl. 10 i 11. Z tablicy 10 wynika, że ogólna zawartość węgla w glebie przypadająca na podstawowe grupy związków próchnicznych (kwasy huminowe, fulwowe i huminy) jest dość podobna na wszystkich tak bardzo różniących się kombinacjach nawozowych i wynosi:

- na poletkach nie nawożonych 88,8%,
- na poletkach nawożonych nawozami mineralnymi (średnia z trzech kombinacji) 88,3% i
- na poletkach z obornikiem 86,3% ogólnej ilości węgla w glebie.

Kwasy huminowe w najmniejszej ilości występują na kombinacji CaNPK, ale prawdopodobnie jest to spowodowane niepełnym odparowaniem gleby roztworem Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> w czasie analizy. Na pozostałych kom-

binacjach ilości kwasów huminowych są podobne mimo znacznych różnic w odczynie gleby, szczególnie między poletkami nawożonymi obornikiem i siarczanem amonu. Różnice w zawartości kwasów fulwowych są duże, a wyraźnie mniej zawierają je gleby kombinacji CaNPK. Jednocześnie na kombinacji tej było najwięcej huminy.

Stwierdzono, że zawartość związków próchnicznych w glebie jest na ogół większa na poletkach tych kombinacji, które zawierały większe ilości węgla organicznego w glebie (tabl. 11).

T a b l i c a 11

Skład próchnicy na polu z ziemniakami w procencie ciężaru gleby  
(wg A.Klawenka)  
Humus content on potatos field in % of soil weight  
(after A.Klawenek)

| Kombinacja<br>nawozowa<br>Treatment             | C<br>w glebie<br>in soil<br>% | Substancje<br>bitumiczne<br>Bitumin.<br>matter | Substancje<br>rozpuszczal-<br>ne w<br>Matter<br>soluble in<br>1,0n Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Substancje<br>rozpuszczal-<br>ne w<br>Matter<br>soluble in<br>0,5-1,0n<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Kwasy<br>huminowe<br>Humic<br>acids | Kwasy<br>fulwowe<br>Fulvic<br>acids | Huminy<br>Humins |
|---|-------------------------------|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 0   | 0,55                          | 0,021  | 0,022  | 0,018  | 0,135                               | 0,201                               | 0,153            |
| Obornik<br>Manure                               | 0,75                          | 0,033  | 0,036  | 0,034  | 0,190                               | 0,269                               | 0,188            |
| CaNPK   | 0,58                          | 0,021  | 0,029  | 0,017  | 0,101                               | 0,145                               | 0,267            |
| NPK   | 0,57                          | 0,023  | 0,027  | 0,023  | 0,143                               | 0,209                               | 0,145            |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,56                          | 0,024  | 0,024  | 0,018  | 0,132                               | 0,229                               | 0,133            |

Wyniki oznaczeń kwasów próchnicznych według rodzajów ich wiązań podano w tabl. 12 i 13.

Mimo pewnych różnic na poszczególnych kombinacjach (tabl. 12) można na ogół stwierdzić, że zawartość frakcji kwasów huminowych w glebie na poletkach nawożonych obornikiem i na NPK jest dość podobna. Znacznie większe różnice występują tylko na poletkach kombinacji CaNPK ze względu na stałe nawożenie wapnem i jednostronne nawożenie siarczanem amonu.

Spośród poszczególnych frakcji kwasów fulwowych najliczniejsze na wszystkich poletkach z wyjątkiem kombinacji CaNPK są frakcje bezpośrednio rozpuszczalne w NaOH. Na poletkach nawożonych obornikiem i nawozami mineralnymi NPK z pominięciem wapnia zawartość tych frakcji jest podobna. Zawartość jej znacznie się zmniejsza w przypadku wapnowania i zwiększa przy jednostronnym nawożeniu siarczanem amonu. Frakcja kwasów fulwowych związanych z wapniem występuje głównie na poletkach wapnowanych. Na pozostałych poletkach występuje w bardzo małych podobnych ilościach.

Wpływ nawożenia na zawartość kwasów fulwowych związanych z wodorotlenkami żelaza i glinu, jak i kwasów fulwowych bezpośrednio rozpuszczalnych w kwasie siarkowym, jest mała. Znaczne zmniejszenie tej ostatniej frakcji, tak typowej dla gleb ubogich w wapń, nie nastąpiło nawet przy systematycznym wapnowaniu.

T a b l i c a 12

Zawartość frakcji kwasów próchnicznych w procentach ogólnej ilości węgla  
(wg A.Klawenka)  
Content of humic acid fractions in percent of total carbon  
(after A.Klawenek)

| Kombinacja<br>nawozowa<br>Treatment             | Kwasy huminowe - Humic acids   |                          |                               | Kwasy fulwowe - Fulvic acids                           |      |                          |                               |
|---|--|--------------------------|-------------------------------|--|------|--------------------------|-------------------------------|
|   | rozpuszczalne<br>bezpośrednio<br>w NaOH<br>directly<br>solub. in<br>NaOH | związane z<br>bound with |                               | rozpuszczalne<br>bezpośrednio w<br>directly soluble in |      | związane z<br>bound with |                               |
|   |  | Ca                       | H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                         | NaOH | Ca                       | H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 0   | 16,0   | 1,4                      | 7,1                           | 6,7  | 21,3 | 0,6                      | 8,0                           |
| Obornik<br>Manure                               | 17,3   | 0,2                      | 7,9                           | 8,1  | 19,5 | 1,3                      | 6,9                           |
| CaNPK   | 5,3  | 7,8                      | 4,3                           | 5,2  | 6,2  | 7,0                      | 6,6                           |
| NPK   | 16,0   | 2,0                      | 6,8                           | 7,2  | 18,7 | 2,2                      | 8,6                           |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 20,3   | -                        | 3,7                           | 9,1  | 23,3 | 2,1                      | 6,5                           |

T a b l i c a 13

Zawartość frakcji kwasów próchnicznych w procencie ciężaru gleby  
Content of humic acid fractions in percent of soil weight

| Kombinacja<br>nawozowa<br>Treatment             | Kwasy huminowe - Humic acids   |                          |                               | Kwasy fulwowe - Fulvic acids                           |       |                          |                               |
|---|--|--------------------------|-------------------------------|--|-------|--------------------------|-------------------------------|
|   | rozpuszczalne<br>bezpośrednio<br>w NaOH<br>directly<br>solub. in<br>NaOH | związane z<br>bound with |                               | rozpuszczalne<br>bezpośrednio w<br>directly soluble in |       | związane z<br>bound with |                               |
|   |  | Ca                       | H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                         | NaOH  | Ca                       | H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 0   | 0,088  | 0,008                    | 0,039                         | 0,037  | 0,117 | 0,003                    | 0,044                         |
| Obornik<br>Manure                               | 0,130  | 0,001                    | 0,059                         | 0,061  | 0,146 | 0,010                    | 0,052                         |
| CaNPK   | 0,031  | 0,045                    | 0,025                         | 0,030  | 0,036 | 0,041                    | 0,038                         |
| NPK   | 0,091  | 0,013                    | 0,039                         | 0,041  | 0,107 | 0,012                    | 0,049                         |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0,114  | -                        | 0,021                         | 0,051  | 0,130 | 0,012                    | 0,036                         |

Wobec tego można stwierdzić, że nawożenie obornikiem i nawozami mineralnymi NPK z pominięciem wapnia nie wpłynęło istotnie na zmianę poszczególnych frakcji kwasów huminowych i fulwowych w glebie. Wapnowanie natomiast zmniejsza zawartość frakcji huminowych i fulwowych bezpośrednio rozpuszczalnych w ługu sodowym i zwiększa zawartość frakcji kwasów związanych z wapniem.

## WNIOSKI

Analizy chemiczne gleby przeprowadzono na polu z żytem po 20 i 38 latach, a na polu z ziemniakami po 30 latach trwania doświadczeń. Na podstawie przeprowadzonych analiz gleby i uzyskanych plonów wyciągnięto następujące wnioski:

1. Pod wpływem wieloletniego nawożenia obornikiem następował w początkowych latach niewielki wzrost, a następnie stabilizacji zawartości węgla organicznego w glebie. Równocześnie nieco szybciej i przez cały czas następowała akumulacja azotu, co powodowało zmniejszenie stosunku C : N w glebie. Wynika z tego, że działanie obornika polegało początkowo na nieznacznym zwiększaniu ilości substancji organicznej w glebie, a następnie na uzupełnianiu i utrzymaniu tej ilości na jednakowym poziomie.

2. Wieloletnie nawożenie mineralne nie wpływa istotnie na zawartość substancji organicznej w glebie, choć przy pełnym nawożeniu uwidoczniły się tendencje zwykłe, spowodowane zapewne większą ilością resztek poźniwnych na tych poletkach. Nawozy mineralne natomiast, szczególnie przy pełnym nawożeniu i jednostronnym nawożeniu azotem, systematycznie zwiększały zawartość azotu w glebie.

3. Stwierdzono zależność wielkości plonów od ilości i przyswajalności składników pokarmowych dostarczonych w nawozach oraz od wpływu nawozów na odczyn gleby, natomiast nie stwierdzono tej zależności od zawartości substancji organicznej w glebie. Największe przeciętne plony uzyskano przy pełnym nawożeniu mineralnym i nawożeniu obornikiem. W poszczególnych latach plony najbardziej stabilne uzyskano na oborniku.

4. Stosowanie obornika i nawozów mineralnych wpłynęło nieznacznie na zróżnicowanie składu próchnicy glebowej. Zawartość kwasów huminowych, fulwowych i huminy na poletkach nie nawożonych, nawożonych obornikiem, NPK i  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  była podobna mimo znacznych różnic odczynu gleby. Wyjątek stanowią poletka wapnowane z pełnym nawożeniem mineralnym, które wykazują mniejszą zawartość kwasów próchnicznych i większą zawartość huminy.

5. Obornik i pełne nawożenie mineralne bez wapnowania nieznacznie wpływały na zawartość poszczególnych frakcji kwasów próchnicznych w glebie. Natomiast stałe wapnowanie wyraźnie zmniejszyło zawartość frakcji kwasów próchnicznych bezpośrednio rozpuszczalnych w NaOH i zwiększało zawartość frakcji tych kwasów związanych z wapniem.

## LITERATURA

- [1] Behrens J.: Handbuch der technischen Mykologie. T. 3, Jena 1904—1906, s. 416.
- [2] Bielczykowa N. P.: Niekotoryje zakonomiernosti dodierżanija sostawa gumusa i swoistw gumusowych wieszczestw w głaowniejszych grupach poczw SSSR. Trudy Poczwiennogo Instituta NA SSSR, t. 38, 1951.
- [3] Blok T.: Wpływ roślin uprawnych, nawożenia mineralnego i kwasowości na stosunek C:N w glebie oraz skład próchnicy. Roczn. Nauk Roln. i Leśnych, t. 29, 1933, s. 271—288.
- [4] Dehering F.: Organisation und Bedeutung der Bodenuntersuchung in Holland. Sonderheft 12, Landw. Forschung, 1959.
- [5] Draczew S.: Niekotoryje izmienienija organiczeskowo wieszczestwa podzolistnych poczw pri dlitielnom parowanji. Nawożnoagronomiczeskij Żurnał, nr 1, 1927.
- [6] Gericke S.: Humusfragen im Gemüsebau. Ztschr. f. Pflanz. Düng. und Bodenkunde, z. 2, 1946, s. 37.
- [7] Gorodnij N. G.: Wlijanije dlitielnowo sistiematiczeskowo wniesienija udobrenij na nakoplenje gumusa w poczwie i urożaj sielskochozajstwiennych kultur. Poczwowiedn., nr 2, 1961, 86—93.
- [8] Górski M.: Chemia rolnicza. PWRiL, 1960.
- [9] Górski M., Królikowski L.: Zawartość związków próchnicznych w glebie w zależności od nawożenia. Roczn. Glebozn. t. 2, 1952, s. 20—27.
- [10] Henin S., Dupuis M.: Essai de balance de la matiere organique du sol. Ann. Agronom., nr 1, 1945.
- [11] Inversen K.: Doświadczenia z obornikiem i nawozami sztucznymi w Danii. Referat w Szczecinie, WSR, 1959 (konferencja nawozowa).
- [12] Klawenek A.: Wpływ nawożenia na zawartość próchnicy i jej jakość. Maszynopis, praca magisterska. Katedra Chemii Rolnej SGGW, 1956.
- [13] Kononowa M.: Problema poczwiennowo gumusa i sowriemiennyje zadaczi jewo izuczenja. AN SSSR, Moskwa 1951.
- [14] Koszelkow P. N., Oksentjan U. G., Osipowa Z. M., Charkow D. W.: Znaczenije nawoza i minieralnych udobrenij dla powyszenija płodorodja diernowo-podzolistych poczw. Poczwowiedien. 1958, nr 6, s. 91—98.
- [15] Koszelkow P. N.; Osipowa Z. M.: Wlijanije udobrienji na organiczeskoe wieszczestwo diernowo-podzolistych poczw. Poczwowiedien., 1, 1956, s. 63—69.
- [16] Ruschmann G.: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. Honcamp. 2, 1931, s. 162.
- [17] Schmalfluss K.: Fragen der organischen Düngen. Sitzungsberichte. T. VIII, z. 3, DA. Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, 1954.
- [18] Schmalfluss K.: Pflanzenernährung und Bodenkunde. Leipzig 1947.
- [19] Scheffer F.: Agrikulturchemie, Teil Humus und Humusdüngung, Stuttgart 1941.
- [20] Seiberth W.: Der Einfluss einer langjährigen kombinierten Stallmist- und Mineraldüngung auf Ertrag und Boden fruchtbarkeit. Zeitschr. f. Pflanz. Ernähr. Düng., t. 90, 1960, s. 219—228.
- [21] Siegel O.: Humusanreicherung durch Stallmistzufuhr. Frt. d. Land. Forschung, 14, 1941. s. 25.



- [22] Springer U.: Wie äußert sich der Einfluss der Düngung auf die organische Substanz des Bodens und wie lässt er sich nachweisen. Ztschr. Pflanzenern. Düng. Bodenkunde, 42, 1936, s. 303.
- [23] Szkonde E. I.: Rol' udobrienij w nakoplenji gumusa poczwy. Udobrienije i Urożaj, nr 1, 1959, s. 19—24.
- [24] Tiulin A. F.: Kak otrazajetsia primienienije nawoza na kaczestwie i koliczestwie kołloidow w podzolistnych poczwach. Chimizacja Soc. Ziemledielja, nr 7, 1939, s. 20—35.
- [25] Tiurin I. W.: Geograficzeskije zakonomiernosti gumusobrazowanija. Trudy Jub. Sisji poswjaszczenyj Stoletiu so dnia roždź. W. W. Dokuczajewa. AN SSSR, Moskwa 1951, s. 85—101.
- [26] Tiurin I. W.: Organiczeskoje wieszczstwo poczw. Sielchozgis, Moskwa 1937.
- [27] Tiurin I. W.: K mietodikie analiza dla srawnitielnowo izuczenija sostawa poczwiennowo pieriegnaja ili gumusa. Raboty po organ. wieszcztwu poczwy. Izd. AN SSSR, t. 38, s. 5—21, Moskwa 1951.
- [28] Williams W. R.: Osnowy Ziemledielja. Moskwa 1948.

М. ГУРСКИ, Л. КУШЕЛЕВСКИ

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ГУМУСА ПО 38-ЛЕТНИМ ОПЫТАМ В СКЕРНЕВИЦАХ

Кафедра Агрохимии Варшавской Сельско-хозяйственной Академии

### Резюме

В исследованиях по влиянию многолетнего применения навоза и минеральных удобрений на содержание органического вещества в почве были использованы длительные опыты с монокультурной ржи и картофеля, начаты в 1923—1924 годах. Сравниваются в них следующие варианты удобрения: 1. без удобрений, 2. навоз, 3. CaNPK, 4. NPK, 5. PK, 6. PN, 7. KN, 8. NaNO<sub>3</sub>, 9. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10. CaCN<sub>2</sub>.

Опыты ведутся на подзолистой почве легкого механического состава (табл. 1, 2) в климатических условиях центральной Польши (табл. 3).

Был проведен химический анализ почв под монокультурой ржи 20- и 38-летнего и почв под монокультурой картофеля после 30-летнего ведения опыта. На основании результатов анализа почв и учета полученных урожаев сделано следующие выводы:

1. Под влиянием многолетнего применения навоза происходило в первых годах небольшое повышение а затем стабилизация содержания органического углерода в почве. Одновременно, немного быстрее и в течение всего времени, происходило накопление азота, вызвавшее в результате понижение соотношения C : N в почве. Из вышеуказанного следует, что действие навоза в начальном периоде состояло в некотором обогащении почвы органическим веществом а затем только в пополнении и удержании этого количества на одинаковом уровне.

2. Многолетнее минеральное удобрение не оказало существенного влияния на содержание органического вещества в почве, хотя на делянках с полным удобрением была обнаружена тенденция к его повышению, вызвана, вероятно, большим количеством пожнивных остатков. Минеральные удобрения, особенно при полном удобрении и одностороннем удобрении азотом, систематически повышали содержание азота в почве.

3. Установлена зависимость высоты урожая от количества и усвояемости питательных веществ вносимых в удобрениях, но не констатировано этой зависимости от содержания органического вещества в почве. Самый высокий средний урожай был получен при полном минеральном удобрении и при удобрении навозом. В отдельных годах наиболее устойчивый урожай был получен при удобрении навозом.

4. Применение навоза и минеральных удобрений назначительно повлияло на дифференциацию состава почвенного перегноя. Содержание гуминовых и фульвовых кислот и гуминов на делянках неудобряемых, удобряемых навозом, NPK и  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  было схоже, несмотря на значительные различия в реакции почвы. Исключение составляют известкованные делянки с применением полного минерального удобрения, почвы которых обнаруживают более низкое содержание кислот гумуса и более высокое содержание гуминов.

5. Без известкования навоз и минеральное удобрение только незначительно влияли на содержание отдельных фракций кислот гумуса в почве. Систематическое применение извести определенно понижало содержание фракций кислот гумуса растворимых в NaOH и повышало содержание фракций этих кислот связанных с кальцием.

MARIAN GÓRSKI, LESZEK KUSZELEWSKI

## THE EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON CONTENTS OF ORGANIC MATTER AND HUMUS COMPOSITION IN SOILS IN THE LIGHT OF 38- YEARS TESTS AT SKIERNIEWICE

Department of Agrochemistry, Warsaw Agricultural University

### Summary

The findings of continuous experiments with rye and potato monocultures laid out at Skierniewice in the years 1923—1924 were used for determination of the effect of many-years manuring and mineral dressing. Ten different treatments were compared: 1 — no fertilizers, 2 — farmyard manure, 3 — CaMPK, 4 — NPK, 5 — PK, 6 — PN, 7 — KN, 8 —  $\text{NaNO}_3$ , 9 —  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 10 —  $\text{CaCN}_2$ .

The experiments were conducted on light podsolc soil (tabl. 1, 2) in climatic conditions typical for Central Poland (tabl. 3).

Chemical soil analysis was performed for the rye field after 20 and 38 years of trials, and after 30 years for the potato field. Soil analysis and crop yields led to the following conclusions:

1. Long-continued manuring caused in the first years a slight increment in, and later on stabilization of, the organic soil carbon. Concurrently, somewhat more

quickly and during the whole period, occurred accumulation of nitrogen, causing a change in the C : N ratio of the soil. It appears therefore that the effect of manure consisted at the beginning in raising slightly the amount of organic matter, and later on in supplementing and maintaining it at uniform level.

2. Long-term mineral fertilization has no major effect on soil contents of organic matter, though with full dressings a rising tendency was observed, which however was probably due to larger amounts of crop residues left on the respective plots. On the other hand, the mineral fertilizers — notably with full fertilization and one-sided nitrogen dressings — raised systematically the nitrogen content of the soil.

3. Dependence of the crop yields on the amounts and availability of nutrient components supplied by the fertilizers and on the latter's impact on soil reaction was stated, while no dependence on organic soil matter content was found. Highest crops were obtained with full mineral dressing and manuring. In the particular years the most stable crop yields were obtained on manure.

4. Application of manure and mineral fertilizers did not cause significant differentiation in the composition of soil humus. In spite of considerable differences in soil reaction, the soil contents of humic and fulvic acids and of humins were approximately similar on unfertilized plots, manured plots and those dressed with NPK or  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . An exception formed limed plots with full mineral fertilization which showed lower humic acid and higher humin contents.

5. Manure with full mineral dressing and no liming had a negligible effect only on the content of the particular fractions of humic acids in the soil. Regular manuring, on the other hand, reduced distinctly the content of humic acid fractions directly soluble in NaOH and increased the content of the fractions bound with lime.

