

GOSPODARKA SUBSTANCJĄ ORGANICZNĄ W WARUNKACH  
INTENSYWNEJ PRODUKCJI ROLNEJ

Włodzimierz Łoginow

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Podstawowym zadaniem rolnictwa jest produkcja materiałów roślinnych, przeznaczonych do bezpośredniego spożycia po odpowiednim uzdatnieniu, wykorzystywanych jako pasza i jako surowce przemysłowe. Punktem wyjściowym jest więc otrzymywanie substancji organicznej w formie biomasy roślinnej, a następnie jej właściwe przetworzenie w zależności od przeznaczenia. W toku produkcji rolnej, rozumianej jako całość, powstają różnorodne materiały uboczne, określane zwykle jako produkty odpadowe. Wśród nich pierwszoplanową pozycję zajmują niewątpliwie odchody zwierzęce. Ich ilość w odniesieniu do polskiego rolnictwa można oszacować aktualnie na około 180 milionów ton rocznie.

W rolnictwie, przynajmniej europejskim, już bardzo dawno przyjęła się zasada pełnej utylizacji odchodów zwierzęcych przez włączanie ich w tok gospodarki nawozowej w ramach produkcji obornika. Również drugi komponent obornika, a mianowicie używana na ściólkę słoma, ma w pewnym sensie charakter produktu odpadowego. Zużywa się w tym celu z reguły takie asortymenty słomy, które są dla innych celów produkcyjnych nieprzydatne lub mało przydatne. W sumie w związku z wykorzystaniem do produkcji obornika ogromne ilości odchodów i niemałe ilości niskowartościowej słomy przestają być właściwie produktami odpadowymi. Odwrotnie, stają się one ważnym czynnikiem produkcyjnym, niezbędnym do utrzymania żyzności gleby, a istotnym naddatką dla żywienia roślin uprawnych.

Roczna produkcja gotowego do zastosowania obornika jest szacowana na ponad 140 milionów ton [1, 8]. Rolnictwo ma rocznie w postaci obornika do dyspozycji:

- około 720 tys. ton azotu,
- około 425 tys. ton fosforu ( $P_2O_5$ ),
- około 925 tys. ton potasu ( $K_2O$ ).

Pokrywa to zaledwie ponad 30% zapotrzebowania roślin uprawnych na główne składniki pokarmowe.

Odkąd obornik utracił ostatecznie swoją pozycję podstawowego nawozu w zakresie żywienia roślin [8], na plan pierwszy wysunęło się znaczenie zawartej w nim substancji organicznej [8, 9]. Można przyjąć, że z obornikiem wprowadzamy jej do naszych gleb ponad 30 milionów ton rocznie. Stanowi to istotną i na pewno niezbędną pozycję w bilansie substancji organicznej gleby. Dlatego też na obornik trzeba obecnie patrzeć głównie z pozycji tego bilansu.

Nie zmieniło tu nic wprowadzenie do produkcji wielkotowarowej bezściołowych budynków inwentarskich i rozpoczęcie w określonej skali produkcji gnojowicy [1, 10]. Proces budowy wielkich ferm został nie bez uzasadnienia zahamowany, a zużycie odchodów zwierzęcych na produkcję gnojowicy nie przekroczyło 5%. Trzeba dodać, że jako źródło substancji organicznej dla gleby gnojowica jest nawozem gorszym od obornika. Wynika to z niemal koloidalnego rozproszenia jej składników organicznych, co sprzyja mineralizacji, a prawdopodobnie również stratom przez wymywanie w głąb gleby.

W warunkach glebowo-klimatycznych Polski tempo mineralizacji wprowadzanej do gleby substancji organicznej jest bardzo szybkie. Oczywiście i sam proces mineralizacji pełni określoną, pozytywną rolę, dostarczając roślinom składników pokarmowych w dostępnej dla nich formie. Jest on ponadto istotnym źródłem dwutlenku węgla, co wiąże się z wykorzystaniem substancji organicznej przez mikroflorę, a tym samym z jej rozwojem. Jednakże zbyt szybka mineralizacja ogranicza akumulację substancji organicznej w glebie i jej przekształcanie w trwalsze związki próchniczne.

Akumulacji substancji organicznej nie sprzyja też struktura zasiewów ustalona przez sam typ naszej gospodarki rolnej i charakter jej produktów. W strukturze tej dominują zboża, spory jest udział roślin okopowych, natomiast mniej uprawia się roślin pastewnych, w tym również wieloletnich. Tymczasem zboża, a szczególnie okopowe, należą do roślin których mineralizacja substancji organicznej zdecydowanie przeważa nad akumulacją. Tylko reprezentujące stosunkowo małą powierzchnię uprawy wieloletnie rośliny pastewne przyczyniają się właśnie do wyraźnej akumulacji próchnicy. W tej sytuacji bilans substancji organicznej w glebie ratuje nawożenie obornikiem, stosowane celowo pod najbardziej eksploatujące glebę rośliny okopowe.

Próby krajowego zbilansowania substancji organicznej, oczywiście z uwzględnieniem nawożenia organicznego, dają w efekcie wynik sprowadzający się do zera. Jednakże panuje dość powszechne przekonanie, że gleby nasze są wdzięczne za każdą ilość dostarczanej substancji organicznej, naturalnie w rozsądnych granicach [8]. Zresztą przeciętne dawki obornika są rzeczywiście wciąż jeszcze niższe od dawek optymalnych. Ponadto wyniki ogólnego bilansu należałoby rozpatrzeć bardziej szczegó-

łowo: w niektórych rejonach kraju, a także w niektórych typach gospodarstw rolnych bilans substancji organicznej w glebie jest z pewnością ujemny. Dotyczy to również sytuacji w latach, w których warunki meteorologiczne szczególnie sprzyjają mineralizacji.

Można ogólnie stwierdzić, że lepiej i bezpieczniej byłoby gospodarować z pewną nadwyżką bilansową substancji organicznej, stwarzającą perspektywy poprawy żyzności naszych gleb. Może to mieć szczególne znaczenie w warunkach stopniowo rosnącej intensywności nawożenia mineralnego. Dostateczna zawartość substancji organicznej w glebie podwyższa na ogół efektywność nawożenia i czyni je bardziej ekonomicznym [1, 7-9, 14]. Co ważniejsze, zawartość ta stanowi zabezpieczenie przed zachwianiem równowagi w glebie przez okresowo zbyt duże stężenie soli mineralnych [7], a także przez zbyt wysokie dawki nawozowe. Warto dodać, że stosowanie zbyt wysokich dawek, szczególnie azotu, nie musi być wcale rezultatem ewidentnych błędów. Sytuacja taka może powstać na skutek nieoczekiwanie dużych ilości azotu uruchomianego z zasobów glebowych w latach o warunkach meteorologicznych szczególnie sprzyjających temu procesowi, natomiast obniżenie dawek nawożenia do poziomu odpowiadającego takim właśnie latom jest oczywiście niemożliwe ze względów dyktowanych potrzebami produkcji żywności.

Dlatego też spojrzenie z pozycji ochrony środowiska, a dodatkowo uwzględnienie problemu jakości produkcji rolnych, skłania do szczególnego zainteresowania bilansem substancji organicznej w glebie, a więc także nawożeniem organicznym. Poszerzając to zagadnienie poza zakres stosowania obornika, warto zastanowić się, jak gospodarujemy substancją organiczną wyprodukowaną na naszych polach. Skoro przyjmujemy, że kierowanie tej substancji do gleby ma do spełnienia istotną rolę, a nie jest tylko metodą unicestwiania produktów odpadowych, powinno to pociągać za sobą określone konsekwencje.

Przede wszystkim konieczne jest ostateczne ustalenie zasady, że każdy nieużyteczny materiał roślinny, nieprzydatny jako żywność, pasza lub surowiec przemysłowy, powinien bezwzględnie trafiać do gleby. Oczywiście nie zawsze jest to możliwe bezpośrednio, często może być niezbędne jako wstępne przygotowanie, np. w formie produkcji odpowiednich kompostów. Następnie należałoby przyjąć konsekwentnie zasadę maksymalnego ograniczania strat substancji organicznej przy produkcji nawozów organicznych. Zupełnie już oczywiste, że za zdecydowane marnotrawstwo należy uznać niszczenie substancji organicznej, jak choćby palenie słomy. Wreszcie za wskazaną należałoby uważać utylizację dla zwiększenia nawożenia organicznego niektórych odpadów przemysłowych. Jako przykład mający duże perspektywy, można tu podać produkcję kompostów na bazie odpadów przemysłu celulozowo-papierniczego.

Przyjrzyjmy się, jak w zakresie tych krótko sformułowanych zasad czy postulatów wygląda aktualna sytuacja w naszym rolnictwie.

Warto tu zacząć od sprawy szczególnie istotnej, a mianowicie od strat powstających przy produkcji obornika, jako zdecydowanie dominującego nawozu organicznego. Niegdyś straty te uważano za warunek uzyskiwania obornika dobrej jakości. Nie znajduje to już potwierdzenia w aktualnym stanowisku nauki [1, 6, 8, 14], a także w aktualnych warunkach produkcyjnych. Zbyt wysoki stosunek C/N przestał być groźny w warunkach systematycznego, lub intensywnego nawożenia azotem. Pozbywanie się chwastów przez niszczenie ich nasion w silnie zagrzewających się stosach obornikowych jest chyba anachronizmem. Technika przyorywania obornika wcale nie wymaga daleko posuniętego rozkładu długiej słomy. Na ściółkę można stosować słomę ciętą, co jednocześnie wpływa korzystnie na jej chłonność. Wszystko to przemawia za pełną zasadnością tezy, że obornik należy przechowywać w warunkach możliwie zimnych i wilgotnych przy maksymalnym ograniczeniu strat [6, 9].

Trzeba przypomnieć, że w okresie powojennym ograniczaniu strat przy produkcji obornika poświęcano bardzo wiele uwagi [3, 8, 11, 13]. Chodziło jednak wtedy głównie o straty cennego azotu, którego bardzo brakowało ówczesnemu rolnictwu, natomiast dzisiaj o wiele bardziej powinno nam zależeć na ograniczeniu strat węgla, które są zresztą z reguły wyższe od strat azotu. Mineralizację obornika należy w miarę możliwości „przesuwać” do gleby, gdzie ma ona do spełnienia określoną rolę. Mineralizacja w toku przechowywania jest po prostu zwykłą stratą produkcyjną, obniżającą ilość wyprodukowanego obornika.

Ocena, ile obornika tracimy w ten sposób w skali krajowej, nie jest rzeczą łatwą. Za dopuszczalne, bo zachodzące nawet przy dość poprawnym postępowaniu z obornikiem, można uważać straty suchej masy dochodzące do 30% [1, 8]. Przeciętą wysokość strat jest aktualnie na pewno znacznie wyższa. Wskazuje na to szerzenie się zaniedbań w produkcji obornika zarówno w gospodarce społecznej, jak i w rolnictwie indywidualnym. W tej sytuacji straty mogą łatwo przekraczać nawet 50%. Na pewną ocenę rozmiarów problemu pozwalają dane zamieszczone w tabeli 1.

T a b e l a 1

Szacunkowa ocena wzrostu rocznej produkcji obornika w wyniku obniżenia strat suchej masy w toku jego produkcji w mln ton

Obniżone poziomy strat %	Warianty oceny aktualnego poziomu strat %			
	35	40	45	50
30	11,4	24,1	38,3	56,8
25	21,3	35,5	51,1	71,0
20	32,7	46,9	63,9	85,2
15	44,0	58,2	78,1	99,4

Na podstawie różnych wariantów oceny aktualnego poziomu strat obliczono, o ile wzrosłaby produkcja obornika po ich obniżeniu. Najrealniejsze wydaje się oszacowanie strat suchej masy obornika na 40-45% i przyjęcie możliwości ich obniżenia

stosunkowo prostymi środkami do 25-30%. Dałoby to wzrost produkcji obornika rzędu 35-45 milionów ton rocznie, co oznacza zwiększenie w stosunku do produkcji aktualnej o 25-33%. W tych samych granicach wzrosłyby oczywiście przeciętne dawki obornika, przy założeniu niezmienionej powierzchni jego stosowania.

Obniżenie strat w podanych granicach nie wymaga w zasadzie żadnych specjalnych nakładów i wychodzenia poza zakres ogólnie znanych środków. Starczy po prostu dołączyć przestrzeganie elementarnych zasad przy zakładaniu stosów obornikowych, również w warunkach polowych [9]. Bardzo ważne jest także utrzymywanie na właściwym poziomie wilgotności świeżego obornika przez odpowiednie dawkowanie ściółki. Przy oborniku zbyt suchym korzystny wpływ ugniatania jest iluzoryczny, nawóz zagrzewa się silnie, niezależnie od stosowanych środków, a konsekwencją są wysokie straty. Wykazały to wyraźnie badania wpływu rosnących dawek ściółki słomowej, przeprowadzone w NRD [2], z których pochodzą następujące dane:

dawka ściółki kg/szt/doba	% strat suchej masy obornika
2,5	30
5,0	40
7,0	50

Niemniej w praktyce ścielę się często zbyt obficie, jeżeli gospodarstwo dysponuje nadmiarem słomy, trochę liczy na zwiększenie ilości obornika. W rzeczywistości duży wzrost strat powoduje wtedy, że ilość ostatecznie wyprodukowanego nawozu niekiedy nawet znacznie maleje. Pogorszyć się też może jego wartość nawozowa.

Można by oczywiście rozważyć ambitniejszy program obniżenia strat suchej masy do 15%, co pozwoliłoby na dodatkową produkcję rzędu 80 milionów ton, czyli wzrost w stosunku do produkcji aktualnej aż o 56%. Wymagałoby to jednak stosowania specjalnych środków [3, 8, 11, 13], w tym również odpowiednich inwestycji, co jest obecnie nierealne. Podane liczby uwidaczniają jednak wyraźnie, jak duże rezerwy w zakresie oszczędniejszego gospodarowania substancją organiczną tkwią w prostej i dobrze znanej produkcji obornika.

Dalszych możliwości można dopatrzeć się również w jego stosowaniu. Chodzi tu znów o przestrzeganie znanych przecież zasad natychmiastowego przyorywania po wywiezieniu na pole, i to przyorywania głębszego na glebach lekkich. Warto też myśleć o zwiększeniu ilości terminów stosowania obornika, gdyż przeciąganie okresu jego przechowywania powoduje również wzrost strat. Ilustrują to dane z badań Kuzszewskiego i Popławskiego [5]:

czas przechowywania obornika w miesią- cach	% strat suchej masy obornika
1	7
3	17
5	21

Badania te były prowadzone niewątpliwie w korzystnych warunkach, na co wskazuje ogólnie niski procent strat. Można przypuszczać, że w warunkach produkcyjnych różnice byłyby znacznie większe.

Na zwiększenie ilości terminów wywózki obornika może pozwolić jego wywożenie zimą, oczywiście tam, gdzie pozwalają na to warunki [12]. Jednakże pewne możliwości tkwią też we wcześniejszym stosowaniu części obornika zarówno w okresie jesiennym, jak i wiosennym. W rezultacie mogłoby to pozwolić na ustalenie dwóch terminów jesienią, dwóch wiosną, a niekiedy i piątego terminu zimowego. Oznaczałoby to wydatne skrócenie okresu przechowywania obornika.

Na pozyskanie znacznej ilości substancji organicznej do nawożenia gleby, a zarazem na uniknięcie wyraźnego marnotrawstwa pozwoliłaby też zdecydowana poprawa gospodarki nieużytecznymi materiałami roślinnymi. Powinny one rzeczywiście stracić charakter produktów odpadowych i stać się cennym surowcem nawozowym.

Jest oczywiste, że produkcja kompostów nie uzyska nigdy w rolnictwie takiej rangi, jaką może mieć w produkcji ogrodniczej. Przeszkodą jest niezbyt wielka ilość materiałów wyjściowych, a także duża pracochłonność kompostowania. Co prawda w ostatnim zakresie może skutecznie pomóc odpowiednia mechanizacja, często przy umiejętnym wykorzystaniu i dostosowaniu w zasadzie istniejącego sprzętu. Nie mniej istotne jest posługiwanie się najwłaściwszą technologią kompostowania [1], ograniczającą konieczność tzw. przerabiania i skracającą czas trwania procesu. Należy tu stosowanie organicznych dodatków aktywizujących proces kompostowania, a w zależności od materiału wyjściowego stosowanie odpowiedniego dodatku azotu mineralnego, a także wapna. Wreszcie bardzo ważne jest zabezpieczenie właściwej wilgotności stosów kompostowych oraz zapobieganie ich wysychaniu.

Jako materiał przydatny do produkcji kompostów, a występujący w większych ilościach, wchodzi w grę nieużyteczna słoma. Można tu też ze stałych źródeł zaliczyć często po prostu marnowane łęty ziemniaczane, liście drzew, zmiotki magazynowe itp. W niektórych rejonach kraju bazą produkcji kompostów może być torf, zwykle łączony z obornikiem, gnojowicą, pomiotem ptasim lub fekaliami. Na całość zagadnienia trzeba patrzeć z wycuciem realności, opierając się na rzeczowej ocenie lokalnych warunków, zakładając jednak stale maksymalne wykorzystanie wszelkich zbędnych materiałów roślinnych. Lokalnie znów mogą też istnieć szanse na celowe wyzyskanie organicznych odpadów przemysłowych, jeżeli nie są one wykorzystywane w ubocznej produkcji przez sam zakład przemysłowy.

Warto dodać, że zagadnieniu kompostowania poświęcono wiele prac badawczych, co pozwala na wyszukanie gotowych rozwiązań i receptur prawie dla każdego surowca. Dysponujemy zresztą również rozwiązaniami pozwalającymi na bezpośrednie przyorywanie wielu materiałów, bez konieczności ich przekompostowania.

Chodzi tu zwłaszcza o przyorywanie nieużytecznej słomy, szczególnie w nawiązaniu do sprzętu z bóż kombajnem [1, 4, 8]. Należy oczywiście bezwzględnie przyjąć,

że priorytet ma wykorzystanie słomy do celów paszowych, co jest zresztą uzasadnione również z nawozowego punktu widzenia, gdyż w pewnym sensie wraca ona wtedy do gleby w postaci rosnącej produkcji obornika. Konieczne jest też rezerwowanie ilości słomy na ściólkę, przy uwzględnieniu, że stosowanie jej w nadmiarze jest też przejawem marnowania substancji organicznej, natomiast pozostające ilości zbędnej słomy powinny w całości trafić do gleby, najprościej przez jej bezpośrednie przyoranie. Działaniem w tym samym właściwie kierunku jest też rozpowszechniające się ostatnio wysokie cięcie zbóż, a tym samym wydajne zwiększanie ilości resztek poźniwnych.

Rozpowszechniająca się niestety również praktyka palenia słomy na polu jest zaprzeczeniem rozsądnej gospodarki substancją organiczną. Praktykę taką należy uznać za całkowicie niedopuszczalną i przeciwdziałać jej w zdecydowany sposób.

Przyorywać możemy, poza słomą żytnią, również wiele innych materiałów, oczywiście tylko wtedy, gdy są one nieprzydatne na paszę lub też stały się takie skutkiem warunków panujących przy sprzęcie lub wadliwego przechowywania. Dla przykładu wchodzi tu w grę słoma rzepaku, niektórych roślin strączkowych itp. Sposób postępowania jest w zasadzie zawsze zbliżony. Konieczne jest znalezienie dogodnej metody wystarczającego rozdrobnienia, a dla materiałów ubogich w azot zastosowanie go w dawce 3-7 kg na tonę, lub inaczej 15-30 kg/ha. Azot mineralny można z powodzeniem zastąpić gnojówką, gnojowicą, a nawet zasiewem na przyoranie możliwie taniego poplonu motylkowego.

Bardzo dobrą metodą wzbogacania gleby w substancję organiczną jest znane od wieków nawożenie zielone. Jego stosowanie uległo jednak zdecydowanej redukcji pod presją czynników ekonomicznych oraz rosnącego zapotrzebowania na pasze zielone. Obecnie do tej formy nawożenia organicznego uciekamy się tylko w szczególnych wypadkach, głównie dla ratowania czy „uzdrowiania” gleb wybitnie zaniedbanych. Warto jednak pamiętać, że każdy poplon, nawet przeznaczany na paszę, pozostawia w glebie znaczne ilości resztek korzeniowych, co nie jest oczywiście obojętne dla bilansu substancji organicznej. Dlatego uprawa poplonów w ogóle odbija się korzystnie na stanie gleby, a dążenie do jej rozszerzania należy uznać za wybitnie pożyteczne. Jest to już jednak niejako inny typ wzbogacania gleby w substancję organiczną, związany z określonymi nakładami produkcyjnymi, a przez to zasadniczo odmienny od wykorzystywania w tym celu produktów nieużytecznych, zwanych niezbyt słusznie odpadkami.

Podsumowując, warto zwrócić uwagę na bezpośredni związek nawożenia organicznego z zasadą możliwie pełnego, racjonalnego wykorzystania biomasy roślin wyprodukowanej na naszych polach. W tym zakresie intensywne rolnictwo powinno być bezwzględnie typem gospodarki bezodpadowej. Wprowadzanie do gleby możliwie w całości nieużytecznych materiałów organicznych stanowi niewątpliwie istotny czynnik

stymulujący obieg węgla w przyrodzie, a jednocześnie pomaga w utrzymaniu, a w niektórych wypadkach nawet w podnoszeniu naturalnej żyzności gleby [7].

Pewne zaniedbania w zakresie problematyki nawożenia organicznego, powstałe w związku ze skierowaniem uwagi na produkowane w stale rosnących ilościach nawozy mineralne, nie znajdują żadnego uzasadnienia. W racjonalnie prowadzonej, intensywnej gospodarce rolnej obie formy nawożenia muszą się wzajemnie uzupełniać, nie ma pomiędzy nimi żadnych sprzeczności. Utrzymanie na właściwym poziomie bilansu substancji organicznej w glebie jest warunkiem skutecznego i nie przynoszącego negatywnych efektów ubocznych nawożenia mineralnego, natomiast nawożenie mineralne, poprzez wzrost produkcji pasz umożliwiającą zwiększenie pogłowia zwierząt, przyczynia się do systematycznego wzrostu produkcji obornika. W sumie tylko harmonijne nawożenie organiczno-mineralne umożliwia osiągnięcie zasadniczego celu rolnictwa - produkcji dostatecznej ilości zdrowej i jakościowo pełnowartościowej żywności.

#### LITERATURA

1. Boratyński K., Czuba R., Goralski J.: Chemia rolnicza. PWRiL, Warszawa 1981.
2. Goerlitz H., Asmus F., Lage H., Schoenmeier H., Krause I., Franke G.: Düngungsempfehlungen für den effektiven Einsatz der organischen Dünger. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 84, 1974.
3. Kuszelewski L.: Ocena wartości nawozowej obornika silosowanego, fermentowanego w warunkach beztlenowych. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 93, 2, 1967.
4. Kuszelewski L.: Studia nad słomą jako nawozem organicznym. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 97, 1970.
5. Kuszelewski L., Popławski Z.: Działanie obornika w zależności od czasu fermentacji. Zesz. Nauk SGGW, Rol., 5, 1962.
6. Kuszelewski L., Popławski Z.: Wartość nawozowa i działanie na plony obornika niefermentowanego. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 91, 1, 1966.
7. Lityński T., Jurkowska H.: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa 1982.
8. Łoginow W.: Obornik. Słoma jako nawóz. Rozdziały pracy zbiorowej pod red. K. Boratyńskiego: Nawozy organiczne. PWRiL, Warszawa 1977.
9. Łoginow W.: Rola nawozów organicznych w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego. Materiały z konferencji: Efektywność nawożenia roślin uprawnych. Wyd. NOT, Bydgoszcz 1979.
10. Maćkowiak C.: Gnojowica - jej właściwości i zastosowanie. Opracowanie problemowe CBR, Warszawa 1973.
11. Mazur T.: Badania nad przechowywaniem obornika z dodatkiem gliny i jego wartością nawozową. Zesz. Nauk. WSR Olsztyn, 10, 1969.
12. Misterski W., Andrzejewski M., Zdziebłowski H.: Badania nad zimowym rozstrząsaniem obornika. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 73, 3, 1956.
13. Misterski W., Łoginow W.: Badania nad próchnicą. Cz. III. Komposty obornikowo-mineralne. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 80, 1959.
14. Misterski W., Łoginow W.: Gospodarka obornikiem i jego znaczenie jako nawozu w świetle badań. Post. Nauk Rol., 2/62/, 1960.