

WŁADYSŁAW MISTERSKI

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa — Wrocław

NAWOŻENIE SŁOMĄ W ŚWIETLE BADAŃ Z OSTATNICH LAT

Zawartość próchnicy w określonej glebie ulega stosunkowo małym wahaniom i jest w większości przypadków mało zależna od zabiegów nawozowych lub uprawowych. Ta w przybliżeniu stała zawartość próchnicy jest rezultatem złożonej równowagi biodynamicznej, charakterystycznej dla danych warunków glebowych i klimatu glebowego.

Równowagę tę określa zarówno stosunek nasilenia mineralizacji do humifikacji resztek roślinnych, jak i czynniki warunkujące względną trwałość powstającej próchnicy. Wprowadzenie do gleby, dla której typowa jest niska zawartość próchnicy, dużych mas materii organicznej, np. w postaci obornika lub zielonych nawozów, napotyka na przeciwdziałanie w postaci nasilenia mineralizacji. Stosowanie obornika na glebach lekkich nie podwyższa zazwyczaj zawartości próchnicy (16), daje natomiast efekty, których nie da się sprowadzić do działania nawozowego jego składników pokarmowych. Można przypuszczać, że dla rozwoju roślin korzystnym czynnikiem jest także to, co możemy określić jako stały przepływ materii organicznej przez glebę. Ten przepływ materii organicznej związany byłby z intensyfikacją procesów rozkładu i powstawania próchnicy, a zatem prowadzi niejako do jej stałego odnawiania i aktywizacji.

Tak więc nawożenie organiczne, jeżeli nawet nie zwiększa ilości próchnicy, spowodować może sprawniejsze oddziaływanie jej na liczne procesy zachodzące w glebie. Utrzymanie w równowadze procesów sprzyjających urodzajności i sprawności gleby wymaga stałego dopływu substancji organicznej. Taki stan utrzymuje się przez częste nawożenie obornikiem, przez stosowanie różnego rodzaju poplonów, przyorywanie resztek korzeniowych i słomy zbożowej. Ostatni sposób, mianowicie nawożenie słomą, jest w fazie intensywnych badań, zwłaszcza na zachodzie Europy, i powszechnie nie wszedł jeszcze do rolnictwa praktycznego, a w Polsce nawet niewiele przeprowadzono doświadczeń ścisłych.

Badania dotyczące tego zagadnienia szły w kilku kierunkach a mianowicie:

- 1) Ekonomicznym; 2) Fizjologicznym; 3) Biologicznym; 4) Nawozowym.

Duże koszty manipulacją obornikiem (18, 20) i trudności z produkcją nasion na poplony wysunęły na czoło aspekt ekonomiczny przy stosowaniu słomy jako nawozu i w dalszym ciągu wywołały konieczność badań biologicznych, działania produktów jej rozkładu na wzrost różnych roślin, oraz wartości nawozowych. Dla uzupełnienia całości zagadnienia podjęte zostały również badania nad wpływem rozkładu słomy na stan fizyczny gleby i zmiany chemiczne składników pokarmowych, zwłaszcza fosforu, potasu, wapnia i zmiany pH.

W miarę mechanizacji prac w rolnictwie, zwłaszcza kombajnizacji, zaistniała konieczność dokonania dużych zmian w strukturze zasiewów w kierunku uproszczenia zmianowania, co nie jest jednoznaczne z ekstenywnością działalności gospodarstwa. Przy zbiorze zbóż do poważnego problemu urosło zagadnienie zbioru słomy. Po prostu słoma stała się przeszkodą i jej zwózka znacznie podraża pracę kombajnu, lub ogranicza wprost jego stosowanie. Najprostszym rozwiązaniem byłoby przyorywanie omłóconej słomy za kombajnem, a jedynie niezbędną jej ilość na ściółkę należałoby zwozić do zabudowań do czasu opracowania i zastosowania innego rodzaju materiału na legowiska dla inwentarza. Peythieu (25) przeprowadził kalkulację sprzętu 1 q zboża i wykazał, że zbiór kombajnem jest trzykrotnie tańszy niż snopowiązałką i dokonaniu omłotu maszyną do młócenia. Ta bardzo poważna obniżka kosztów odnosi się do przypadku, gdy słomę po kombajnie zostawia się na polu i przyoruje. Koszty zbioru słomy kształtują się podobnie jak koszt zbioru ziarna. Autor twierdzi, że na wzbogacenie o 0,5% próchnicy w glebie trzeba 150 ton obornika na ha, co oczywiście jest bardzo kosztowne i przekracza wszelkiego rodzaju kalkulacje.

Przyorywanie słomy nie jest szkodliwe, lecz odwrotnie — bardzo korzystne i może podnieść poziom próchnicy w glebie szybciej niż obornik. Lindner (14), w poszukiwaniu metody ograniczenia nakładu pracy w gospodarstwie rolnym, a zwłaszcza prac związanych ze zbiorem słomy i użyciem jej na ściółkę dla inwentarza oraz wywożeniem na pole w postaci obornika, przebadał możliwość bezpośredniego przyorywania słomy przy zbiorze zboża kombajnem. Autor przeanalizował nakład robocizny potrzebny do nawożenia 1 ha obornikiem, na wytworzenie którego zużyto 40 q słomy w porównaniu do przyorywania słomy po kombajnie bezpośrednio na polu. Nakład pracy przy zbiorze snopowiązałką i całej manipulacji słomą aż do nawożenia obornikiem wyniósł 115 dniówek na ha, podczas gdy przyorywanie słomy po kombajnie redukuje nakład pracy praktycznie do 0. Przyoranie świeżej słomy może wpłynąć na obniżkę plonu roślin, zwłaszcza w pierwszym roku. Jednakże obniżka ta, według wyników doświadczeń autora, zmniejsza się proporcjonalnie w miarę upływu czasu od przyorania słomy do zasiewu. Dodatek do przyoranej

słomy azotu w postaci mineralnej, lub zasiew międzyplonu motylkowego, przeciwdziała obniżce plonów. Nawożenie słomą wywiera na ogół korzystny wpływ na strukturę gleby. Autor wysuwa wniosek dotyczący ograniczenia zużycia słomy dla inwentarza do minimum niezbędnego dla ich zdrowia i przyorywania bezpośrednio słomy, przy równoczesnym zasilaniu nawozami azotowymi, lub przy zasiewie poplonów motylkowych. Wprowadzenie tego rodzaju zmian nie zmienia kierunku gospodarowania, ani też nie zmniejsza urodzajności gleby, lecz wprowadza dużą oszczędność robocizny.

Schmidt (34) dokonał wyliczenia kosztów nawożenia obornikiem z obór płytkich i głębokich, w porównaniu z kosztami nawożenia częściowo obornikiem i częściowo słomą, względnie wyłącznie słomą. W pracy uwzględniono wiele elementów wpływających na nawożenie obornikiem, np. koszty przechowania słomy, wywożenia obornika z obory, roztrząsania obornika na polu, zapotrzebowanie sznurka do wiązania snopów, a przy stosowaniu słomy — koszt nawozów azotowych zastosowanych przy zaorywaniu słomy. Koszt nawożenia 1 ha słomą wyniósł 11,95 marek, wzrósł do 33,39 marek przy częściowym nawożeniu obornikiem i częściowo słomą, i wreszcie osiągnął najwyższy poziom 37,73 marki przy zastosowaniu obornika z obory wgłębionej. Najogólniej zatem można powiedzieć, że koszt nawożenia słomą łącznie z dodatkiem nawozu azotowego kształtuje się trzykrotnie taniej, aniżeli nawożenie obornikiem. Rozkładem słomy zainteresowali się również biochemicy i fizjologowie, którzy przebadali wpływ niektórych frakcji produktów rozkładu na rozwój roślin.

Flaig i Saalbach (5) zaobserwowali, że przy rozkładzie słomy pojawiają się substancje wzrostowe rozpuszczalne w wodzie, które wybitnie korzystnie działają na początkowy wzrost korzeni i pobieranie składników pokarmowych przez żyto. Autorzy badali rozkład słomy w glebie i wpływ jej na początkowy rozwój żyta; mianowicie po 70 dniach fermentacji w glebie słomy żytniej zasiano ponownie żyto i po dwóch tygodniach przeprowadzono szczegółowe analizy. Dodatek słomy wpłynął na zwiększenie masy korzeni, natomiast nieznacznie na rozwój części nadziemnych, oraz na zawartość fosforu, potasu i wapna w roślinach. Ilość przyswajalnego fosforu w glebie znacznie wzrosła w porównaniu do prób glebowych z poletek, na których słomy nie przyorano. To samo odnosi się do zawartości związków potasowych. Tego rodzaju stwierdzenie podnoszone jest przez innych autorów i notowane również przy stosowaniu obornika i nawozów zielonych.

Winter i Schönbeck (40) natomiast stwierdzili, że słoma i korzenie dojrzałych roślin zbożowych zawierają substancje rozpuszczalne w wodzie, wpływające hamująco na wzrost młodych roślin. W związku z tym

autorzy przeprowadzili badania, które miały wykazać, w jakim stopniu rozkład tych substancji w glebie może być przyspieszony przez dodanie azotu. Doświadczenia wazonowe i polowe wykazały, że wpływ azotu na rozkład tego rodzaju związków zależy od wielkości dawki azotu. Przy stosunkowo małych dawkach wzmaga się rozkład substancji hamujących, zaś przy zwiększeniu nawożenia azotowego początkowo słabnie, a po pewnym czasie bardzo silnie wzrasta.

Wpływ azotu na rozkład substancji hamujących wzrost roślin polega na aktywizacji mikroorganizmów, których rozwój wzmaga się pod wpływem nawożenia azotem. Spostrzeżenia obu autorów są bardzo ważne dla praktycznego wykorzystania słomy jako nawozu organicznego. Z badań Schönbecka wynika konieczność dodatku azotu do przyoranej słomy, nie tylko dla powstrzymania ubożenia gleby z azotu i złagodzenia skutków sorbcji biologicznych tego składnika, lecz dla przyspieszenia rozkładu substancji hamujących wzrost roślin. Ponieważ substancje hamujące powstają na początku rozkładu słomy i tworzyć mogą niebezpieczeństwo dla młodych roślin, zwłaszcza przy większych koncentracjach, dlatego dodatek azotu konieczny jest w momencie przyorywania słomy. Przykrycie słomą starszych już roślin, np. wsiewki koniczyny lub seradeli, nie hamuje ich wzrostu, pomimo że substancje hamujące w tych warunkach w pewnym stopniu wmywane są do gleby. Hilntner i Peters (8) stwierdzili korzystne działanie w ten sposób stosowanej słomy na stan fizyczny gleby i życie bakteryjne.

Wielu autorów zwraca uwagę na słomę zbożową jako materiał, z którego tworzyć się może próchnica i który wpływa korzystnie na rozwój mikrofauny i mikroflory. W tym względzie powstają różne propozycje odnośnie technicznego i uprawowego postępowania przy stosowaniu słomy jako nawozu. Eichstaedt (4) wykazał, że nawożenie słomą nie jest szkodliwe, istnieją jedynie kłopoty z jej przyoraniem. Do kombajnu zamontował niemiecką sieczkarnię, która jednakże źle funkcjonowała i zapychała się świeżą słomą zbożową. Szwedzi to zagadnienie rozwiązali dobrze i sieczkarnia szwedzka zamontowana do kombajnu funkcjonuje właściwie, tak że pociętą słomą można bez trudu przyorywać. Mc. Milan (17) uważa, że słoma przy zbiorze zbóż kombajnem jest bardzo poważną przeszkodą w zmechanizowaniu tego rodzaju prac. Przekonał się, że przyorywanie słomy wywołuje dodatni wpływ na żyzność gleby. Dodając nawóz azotowy, zaorywać można każdy nadmiar słomy bez ujemnych skutków.

Glathe (6) twierdzi, że stałe zaorywanie słomy uzyskanej przy kombajnowaniu jest możliwe tylko na dobrych glebach, zawierających dostateczną ilość składników mineralnych oraz próchnicę. Pomiedzy zaoraniem słomy a siewem powinien upłynąć możliwie długi okres czasu.

Dla przyspieszenia rozkładu słomy, jeśli okres do siewu jest stosunkowo krótki, konieczne jest dodanie składników zawierających azot. Przyspieszenie rozkładu słomy autor uzyskiwał również przez zasiew poplonów. Specjalnie wrażliwe na obecność słomy w glebie okazały się oziminy, mniej ziemniaki, a prawie zupełnie nie wykazały wrażliwości rośliny motylkowe. Autor dochodzi do wniosku, że stałe zaorywanie słomy może spowodować zubożenie gleby w próchnicę i dlatego tego rodzaju zabieg powinien mieć raczej charakter doraźny, stosowany od czasu do czasu.

Sahl (27) przebadał technikę stosowania i przyorywania słomy. Zaleca on słomę pociętą na sieczkę płytko przyorać za kombajnem, a na podorywkę posiać poplony, najkorzystniejszej rośliny motylkowe. W drugim przypadku uważa za słuszne stosować wsiewkę — wiosną śródplon, np. koniczynę lub seradełę i na rosnące rośliny rozrzucać posieczkowaną słomę. Ten sposób powoduje utrzymanie się wilgoci i przyspiesza rozkład słomy. Bardzo dobre wyniki otrzymuje się przy równoczesnym nawożeniu nawozami mineralnymi. Godne polecenia jest stosowanie wapna bezpośrednio na pociętą słomę.

Niklewski (22) w doświadczeniach wazonowych już 25 lat temu wykazał, że nawożenie słomą nie jest szkodliwe przy dodatku azotu i że ze słomy w glebie w pewnych warunkach tworzyć się mogą powiązania próchniczne. Przy 0,2 g azotu i 20 g sieczki ze słomy żytniej na wazon uzyskiwał wspaniałe plony owsa.

Brade (1) spodziewa się, że gospodarka bezobornikowa będzie miała coraz większe znaczenie. Dla utrzymania poziomu humusu w glebie należy stosować nawożenie słomą, a dla utrzymania równowagi azotowej — nawozy zielone składające się z roślin motylkowych. Słomę należy przyorać jako resztki poźniwne, po sprzęcie kombajnem, następnie dokonać trzeba zasiewu poplonu z roślin motylkowych, który do czasu dokonania orki doskonale przykryje glebę. W takich warunkach bakterie glebowe rozwijają się bardzo dobrze i gleba nabiera trwałej struktury.

Doring (3) wykazał, że dzięki zastosowaniu słomy wzrasta zawartość próchnicy w glebie, która jest produktem rozkładu włóknika — głównego składnika słomy. Proces rozkładu ułatwia obecność pentozanów znajdujących się w dostatecznej ilości w słomie. Według badań tego autora, są one naturalną pożywką drobnoustrojów przetwarzających włóknik w próchnicę. Przy stosowaniu słomy trzeba ją konieczne pociąć i wymieszać z ziemią. Rozrzuconą słomę na polu przyorywać należy po pewnym czasie, z uwagi na dobrzenie gleby, zwłaszcza gleb ciężkich pod osłoną słomy.

Maercke (15) zwraca uwagę na konieczność zachowania substancji organicznej w glebie dla podtrzymania życia mikroorganizmów. Po dość szerokim omówieniu właściwości próchnicy, jej powstawania, podziału, składu, wskazuje na fakt, że jedyną metodą wzbogacenia gleby w materię organiczną powinno być zaorywanie słomy, np. w latach wysokiego urodzaju i powstałych nadwyżek słomy. Słomę należałoby zaorywać razem z nawozami zielonymi, ponieważ rozkład słomy na plony roślin w tym środowisku jest bardzo korzystny. Z uwagi na szeroki stosunek C/N w słomie, istnieje konieczność dodatku nawozów azotowych w ilości od 0,5 do 0,7 kg N na 100 kg słomy. Maksymalną ilość słomy do przyorania autor określa na 5 ton na 1 ha zgodnie z wynikami swoich badań.

Schoenbeck (35) twierdzi, że słomę jako nawóz organiczny należy przyorywać przede wszystkim na glebach żyznych, próchnicznych i przy wysokim nawożeniu azotem. Na takich glebach należy przede wszystkim stosować nawożenie samą słomą, starając się uprawiać okopowe, lub rośliny jare, aby umożliwić rozkład słomy do okresu wiosny. Autor przy tej okazji zwraca uwagę na obecność hamujących substancji, które powstają w czasie rozkładu słomy, a które z kolei nie rozłożone mogą znacznie obniżyć plon. Autor jest jednakże zdania, że przerabianie słomy na obornik pozostaje nadal najwłaściwszym jej zużytkowaniem, chociaż połączonym z dużymi kosztami i nakładami.

Nicolaisen (21) przeprowadził doświadczenie nad rozkładem słomy i torfu w warunkach szklarniowych, polowych oraz wazonowych. Miarą rozkładu substancji organicznej było wytwarzanie się CO_2 . Najszybciej we wszystkich warunkach ulegała rozkładowi słoma, następnie torf. Na wytwarzanie się CO_2 duży wpływ wywierała temperatura. Przy temperaturze 21°C w określonym czasie przy słomie zostało zamienione 70,6% wyjściowego C na CO_2 , a przy torfie zaledwie 23,2%. Bardzo ciekawy jest fakt, że dodatek azotu wywołał wzmożenie wytwarzania się CO_2 w odniesieniu do słomy, natomiast odnośnie torfu wpłynął hamująco.

Simon (36, 37) wykazał, że wprowadzenie słomy do gleby wzmaga od razu aktywność mikroflory i rozwój ilościowy mikroorganizmów. Procesy te trwają przez około 8 miesięcy od wprowadzenia słomy. Wiele grup mikroorganizmów cyklu azotu nie wykazuje zmian przy obecności słomy w glebie. Mikroorganizmy cyklu węgla reagują silniej, zwłaszcza bakterie i grzyby celulityczne, które uzupełniają wzajemnie swoje działanie i rozkładają słomę, aż do stworzenia substancji zbliżonych do próchnicy. Autor proponuje dodatek azotu amoniakalnego, który według jego wyników działa korzystniej na rozkład słomy niż azotany. Korzyści wprowadzenia słomy do gleby występują już bardzo wyraźnie w pierw-

szym roku, a w latach następnych jeszcze się potęgują. Dodatek fosforu i potasu uaktywnia proces rozkładu słomy. Bardzo ważnym elementem przy stosowaniu słomy jest odczyn glebowy, który powinien wahać się w granicach pH 7. Innych rodzaju substancje organiczne, których rozkład w glebie autor przebadał, jak np. siano, ulegają rozkładowi podobnie jak słoma. Wilgotność gleby, ilość opadów w ciągu roku i temperatura mają bardzo duży wpływ na rozkład słomy w glebie, mianowicie im wilgotność i temperatura są wyższe, tym rozkład słomy jest szybszy.

Vetter (38, 39) omówił wyniki wieloletnich doświadczeń nad wpływem przyorywania słomy na plony w latach następnych. Stwierdził on, że drobnoustroje glebowe rozkładające przyoraną słomę wymagają do swego rozwoju przyswajalnego azotu i w braku dostatecznej ilości tego składnika mogą zahamować rozwój wschodzących roślin. O ile słoma nie jest dostatecznie rozłożona, a decydujemy się siał kłosowe ozime, wtedy trzeba dodatkowo nawozić azotem. Ziemniaki lub okopowe korzeniowe takiego zasilenia nie wymagają. Tempo rozkładu słomy zależy od temperatury, wilgotności, głębokości przyorania słomy i jej rodzaju. Nawożenie słomą z dodatkiem azotu daje podobne wyniki w plonach i podobną ilość próchnicy w glebie, jak obornik. Należy tę ocenę tych doświadczeń jednakże uzyskać można z chwilą przejścia pełnej rotacji płodozmianowej. Wyniki wieloletnich doświadczeń nasunęły wniosek, że bez obornika można wzbogacić glebę w próchnicę, jednakże trudno jest to uczynić bez uprawy roślin pastewnych. W gospodarstwach bezinwentarzowych wprowadzone do płodozmianu rośliny motylkowe i trawy nasienne podnoszą zawartość próchnicy w glebie, przy czym nawożenie słomą stanowi niezbędny czynnik uzupełniający.

Kick i Dörr (12) od 1938 r. na sześciu typach gleb prowadzili badania nad działaniem obornika fermentowanego na zimno i na gorąco, w porównaniu z nawożeniem mineralnym. Od 1949 r. zamiast nawożenia obornikiem fermentowanym na gorąco zastosowano nawożenie słomą. Co drugi rok pod okopowe stosowano 300 q obornika, a jako odpowiednik przy nawożeniu słomą — 88 q na ha. Dla wyrównania zawartości azotu w obu nawozach organicznych co roku na pole nawożone słomą dodatkowo dawano 12 kg azotu. Przez cały okres doświadczenia do 1954 r. oznaczano zawartość C i N w glebie oraz wysokość plonów w przeliczeniu na jednostki zbożowe. W ciągu sześciu lat zawartość C w glebie zmieniła się nieznacznie. Nawożenie słomą przyorywaną jesienią z dodatkiem nawozów mineralnych stosowanych wiosną dawało podobne zwyczajki plonów, jak pełne nawożenie mineralne i wyższe niż obornik.

Ciekawe doświadczenie nad głębszym umieszczeniem słomy w glebie w celu zaoszczędzenia dodatkowego nawożenia azotem przeprowadzili Lefewre i Blanc — Aicard [Drouineau (13)]. Porównywano działanie

obornika i nawozu owczego z głęboko przyoraną słomą zastosowaną na wiosnę i jesień oraz daną w formie pokrycia gleby jesienią. Uzyskane plony ziemniaków wykazały bardzo korzystny wpływ działania głęboko umieszczonej słomy z dodatkiem nawozów mineralnych. Słomę należy umieszczać w glebie na dość dużej głębokości pod koniec lata lub jesienią, gdy gleba po letnim odleżeniu się ma pewien zapas azotu w warstwie ornej. Słoma w ten sposób umieszczona w glebie ma zdolność magazynowania azotu dzięki silnemu rozwojowi flory bakteryjnej.

W ciągu dziesięciu lat Schmalfluss i Kolbe (33) nawozili poletka co roku słomą w wysokości 5 ton na ha. Drugą część poletek nawożono słomą co drugi rok. Plony obu członów doświadczeń przyrównywano do siebie przy równoczesnym nawożeniu PK, NPK i różnymi dawkami N od 0 do 100 kg na ha. Na poletkach nie nawożonych azotem stwierdzono wyraźną obniżkę plonów spowodowaną czasowym unieruchomieniem rozpuszczalnego azotu przez mikroorganizmy glebowe. Zjawisko to po rozłożeniu się słomy w następnym roku zniknęło. Autorzy stwierdzili, że gleba z poletek nawożonych słomą w porównaniu do nawożonych nawozami mineralnymi wzbogaciła się o stosunkowo nieznaczny ilość azotu, natomiast znacznie wzrosła ilość węgla w glebie. Pod wpływem nawożenia słomą rozluźnił się również stosunek C/N w glebie, mianowicie ze stosunku 1—10 wzrósł do 1—13. Wyniki doświadczeń wieloletnich i przy zastosowaniu dużej ilości słomy na ha w jednym wypadku corocznie, w drugiej części doświadczenia co drugi rok, przemawiają za bezpiecznym stosowaniem słomy jako nawozu, przy równoczesnym nawożeniu azotem.

Sauerlandt (28, 29, 30) wykazał, że słoma może być źródłem próchnicy, jednakże należy zachować następujące warunki. Słoma powinna być pocięta na sieczkę i rozrzucona na wsiewkę rozwijającego się śródplonu. Jako warunek dobrego działania słomy uważa, że gleba powinna być w dobrej strukturze, która pod wpływem słomy ulega jeszcze polepszeniu, oraz powinna zawierać dostateczną ilość fosforu i wapna. Pocięta słoma, płytko przyorana razem ze śródplonem, może się stać doskonałym podłożem dla rozwoju mikrofauny i mikroflory, a w rezultacie ich pracy również próchnicy. Nawożenie słomą powinno być obecnie brane pod uwagę nawet w gospodarstwach o dostatecznej ilości inwentarza. Po zbiorze kombajnem nie należy przystępować natychmiast do przyorywania słomy, takie postępowanie bowiem prowadzi do wstępnego kompostowania gleby. Jest to najtańsza forma pielęgnowania gleby. W rejonach suchszych pozostawienie słomy przez pewien czas na ściernisku nie pozwala na szkodliwe przesychnienie warstwy ornej.

Sauerlandt i Graff (30) zaobserwowali, że pod wpływem stosowania słomy, a zwłaszcza przez pozostawienie jej przez pewien czas jako maty

na ściernisku, powiększyła się ilość drobnych zwierząt w glebie. Oczywiście z tym faktem łączyć się może wzrost próchnicy, która może powstawać w przewodach pokarmowych tych zwierząt. Schaeffler i Eckoldt (31, 32) podają wyniki 6-letnich doświadczeń porównawczych nad wpływem nawożenia słomą i obornikiem na właściwości gleby oraz wysokość i jakość plonów różnych roślin. W doświadczeniu o czterech kombinacjach, mianowicie: obornik w jednej dużej dawce stosowany co cztery lata pod okopowe, małe częste dawki obornika, obornik i słoma oraz nawożenie samą słomą, wszędzie dodano NPK. Autorzy omówili zależność nawozu od klimatu, płodozmianu i sposobu uprawy. Przebadano również oddziaływanie obornika, słomy i nawozów mineralnych na zmiany pH, zawartość Ca, P_2O_5 , K_2O oraz na strukturę gleby. Autorzy zainteresowali się również stopniem rozkładu słomy w zależności od różnych czynników klimatycznych i glebowych. Przebadano wpływ wysokości dawki słomy i przeanalizowano jej jakość, zdrowotność uzyskanych nasion, wagę tysiąca ziarn itd. Ogółem nie stwierdzono przy nawożeniu słomą ujemnych wpływów na glebę, nie uzyskano też niższych plonów zbóż i okopowych, ani gorszej jakości ziarna niż na oborniku. Nawożenie słomą poprawiło nieznacznie reakcję gleby, nie zmieniło natomiast zasobności Ca, P_2O_5 i K_2O , w porównaniu do nawożenia obornikiem. Przy nawożeniu słomą nie stwierdzono nagromadzenia się nie rozłożonych resztek, które mogłyby szkodliwie oddziaływać na rozwój roślin. Doświadczenie wprawdzie przeprowadzone było na glebie bardzo żyznej, na lessie przy wysokich rocznych opadach mianowicie od 800 do 900 mm rocznie i przeciętnej temperaturze rocznej 7,5—8°C. Przy bardzo dokładnym przebadaniu wartości uzyskanych produktów, zależnie od uprawianych roślin, procentu cukru, białka, skrobi, wagi tysiąca ziarn, zdolności kiełkowania i zdrowotności nasion stwierdzono, że skuteczność nawożenia słomą i obornikiem w świetle przeprowadzonych doświadczeń jest podobna. Słoma może być przyorana w jesieni, jak również i na wiosnę, np. pod ziemniaki, przy czym istotnych różnic w działaniu nie stwierdza się [Heinz (7)]. Przyorywanie wiosenne o tyle może być gorsze, że stwarza ryzyko unieruchomienia azotu gleby przez rozkład słomy na wiosnę oraz że daje ochronę myszom, jeżeli słoma przez zimę leży na powierzchni pola. Unieruchomienia azotu gleby wiosną uniknąć można przez dodatkowe nawożenie azotem. Najlepsze wyniki produkcyjne uzyskuje się przy stosowaniu słomy równocześnie z poplonami, względnie śródplonami roślin motylkowych. Rośliny niemotylkowe w połączeniu z nawożeniem słomą działają mniej korzystnie niż rośliny motylkowe. Działanie roślin niemotylkowych prawdopodobnie rozkłada się na dłuższy okres czasu. Działanie słomy było równe działaniu obornika, przy jednakowym peł-

nym nawożeniu mineralnym, pod warunkiem specjalnego dodatku azotu do słomy w ilości 0,8—1 kg na 100 kg słomy. Wysokie dawki słomy w ilości odpowiadającej podwójnemu stosunkowo wysokiemu plonowi słomy z ha, bez specjalnego dodatku azotu, wpłynęły wyraźnie na obniżenie plonu ziemniaków, obniżając przy tym również ich jakość. Dodatek azotu spowodował wzrost plonów ziemniaków, jak również poprawił ich jakość, mianowicie kłęby były duże i dorodne.

Grütz (9) przeprowadził 10-letnie doświadczenie odnośnie wpływu nawożenia słomą w porównaniu do nawożenia obornikiem i samymi nawozami mineralnymi na zawartość próchnicy w glebie. Co drugi rok dawano obornik w ilości 50 q na ha suchej masy i jako odpowiednik 50 q na ha suchej masy słomy. Poletka nawożone słomą otrzymały dodatkowo 50 kg N na ha. Zawartość węgla i azotu w glebie po siedmiu latach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Rodzaj nawożenia	mg/N w 100 g gleby	mg/C w 100 g gleby	C : N
Bez nawożenia	43,5	336	7,7
50 q s. m. obornika	51,5	428	8,3
50 q s. m. słomy	45,0	387	8,6

Poziom próchnicy, jak i azotu w glebie okazał się niższy przy nawożeniu słomą niż obornikiem. Autor jest zdania, że przyczyny niższego poziomu azotu i próchnicy na polu nawożonym słomą szukać należy w mniejszej ilości wprowadzonego azotu ze słomą w porównaniu do obornika.

Najbardziej interesujące doświadczenie nad nawożeniem słomą przeprowadził Köhnlein (10), stosując płodozmian kilkupołowy. Specjalnie interesował się wysokością uzyskanych plonów, zawartością próchnicy i azotu w glebie oraz stosunkiem C : N w glebie. Przy nawożeniu słomą bardzo duże znaczenie, niemal decydujące, ma płodozmian. Szczególną rolę odgrywają rośliny motylkowe stosowane jako wsiewki. Trudno sobie wyobrazić, aby bez udziału roślin motylkowych można prowadzić gospodarstwo bezinwentarzowe z nawożeniem słomą zamiast obornikiem. Ponieważ uzyskane wyniki Köhnleina właściwie potwierdzają wnioski innych autorów, dlatego warto będzie szerzej omówić doświadczenia prowadzone przez niego. Wyniki doświadczenia prowadzonego w dwóch stacjach doświadczalnych, mianowicie w Schaedtбек i Lentforrden, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2
Plony suchej masy w q na ha na nawożeniu obornikiem lub słomą

Rok	Roślina	Nawożenie		Plon		Obornik = = 100 słoma
		obornik	słoma	obornik	słoma	
S c h a e d t b e k						
1952	pszenica ozima	—	—	36,35	36,65	101
1953	owies	—	50 q	32,16	37,67	117
1953	rzepak	—	50 q	20,65	19,98	97
1954	ziemniaki	200 q	—	24,44	23,15	95
1955	pszenica	—	—	20,07	30,49	105
1956	koniczyna	—	50 q	93,11	97,12	104
1957	owies	—	—	29,95	28,33	94
Średnio						102
L e n t f o h r d e n						
1953	żyto ozime	—	—	27,84	29,04	104
1954	owies	—	56 q	22,85	21,78	95
1954-55	rzepa	—	32 q	5,11	7,99	156
1955	ziemniaki	200 q	—	51,22	48,97	95
1956	żyto	—	—	24,97	25,61	103
1957	koniczyna	—	40 q	89,51	87,51	98
Średnio						109

Przyjmując, że w podanych zmianowaniach na jedno pole okopowych przypadają dwa kłosowe z nawozami organicznymi, średnio na jeden ha doprowadzono następujące ilości NPK:

200 q obornika — 100 kg N — 50 kg P₂O₅ — 120 kg K₂O
 2 × 50 q słomy 40 kg N 20 kg P₂O₅ 120 kg K₂O

mniej w słomie 60 kg N 30 kg P₂O₅

Brakujące ilości fosforu przy nawożeniu słomą zastosowano pod okopowe. Poziom azotu został wyrównany przez dodatkowe stosowanie na słomę od 0,5 do 0,7 N na 100 kg słomy. Średnio nawożenie w podanym płodozmianie wynosiło 70 kg N, 45 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O na ha, biorąc pod uwagę nawożenie obornikiem lub słomą i nawozami mineralnymi. Plony różnych kultur nawożonych słomą są raczej wyższe niż na oborniku. Autor zastrzega się, że trudno na podstawie sześcioletnich badań wyciągać daleko idące wnioski, jednakże dalsze badania nad zawartością węgla i azotu w glebie oraz stosunkiem C : N w próchnicy przy nawożeniu słomą pozwalają już na stwierdzenie, że wartość nawożenia słomą przy niezbędnym dodatku azotu jest w rezultacie podobna do wartości obornika zarówno odnośnie plonów roślin, jak i zawartości próchnicy.

Średnia zawartość węgla i azotu w glebie w poszczególnych latach w czasie trwania doświadczenia pod wpływem nawożenia obornikiem i słomą przedstawiona jest w tabeli 3.

Tabela 3

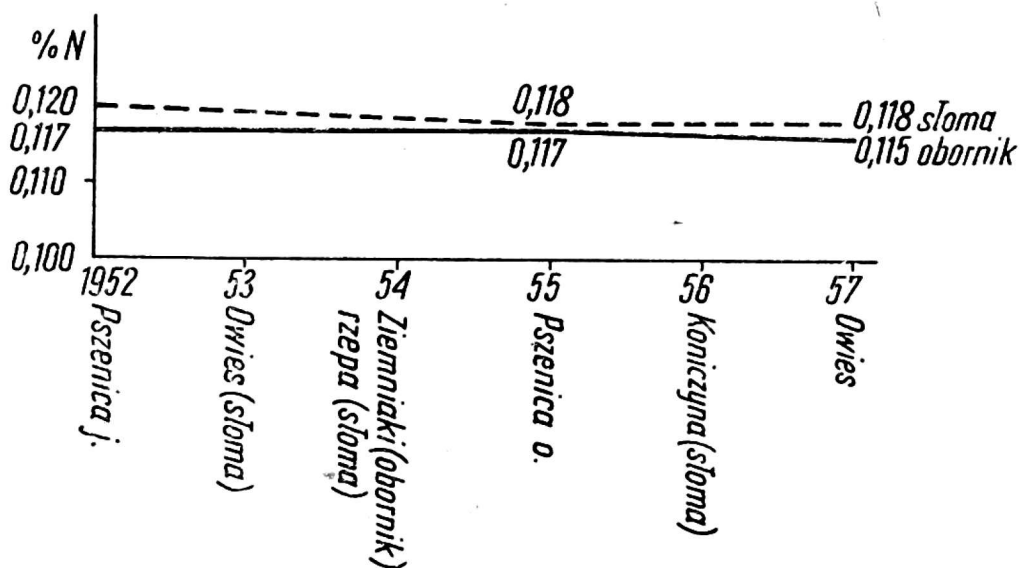
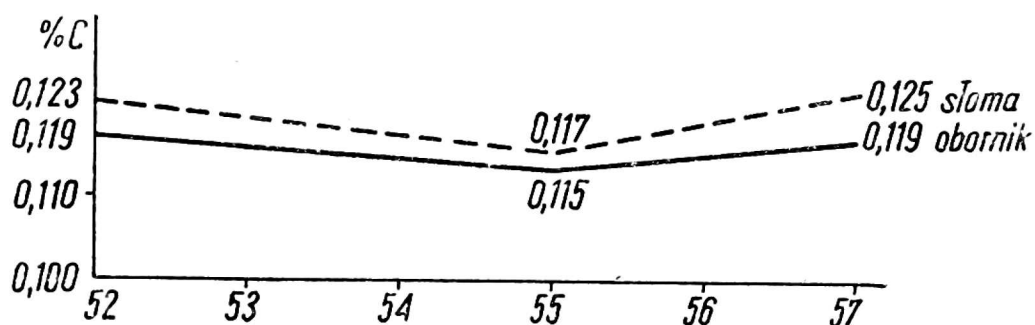
Rodzaj nawożenia	% C			% N			C : N		
	1952	1955	1957	1952	1955	1957	1952	1955	1957
Sch a e d t b e k									
45 q na ha s. m. obor. w roku 1954	1,19	1,15	1,19	0,117	0,117	0,115	10,2	9,5	10,4
125 q na ha s. m. słomy w latach 1952, 53, 56	1,23	1,17	1,25	0,120	0,118	0,118	10,1	9,9	10,6
L e n t f o h r d e n									
Rodzaj nawożenia	% C			% N			C : N		
	1953	1956	1957	1953	1956	1957	1953	1956	1957
45 q na ha s. m. obor. w roku 1955	4,84	4,57	5,16	0,199	0,205	0,221	24,38	22,23	23,48
105 q na ha s. m. słomy w latach 1953, 54, 56	4,85	4,38	4,76	0,197	0,218	0,188	24,69	19,84	25,38

Zawartość próchnicy i azotu w glebie po sześciu latach doświadczenia w stacji doświadczalnej w Schaedtbek ilustruje wykres na str. 105.

Nawożenie słomą można badać tylko w płodozmianie. Według Kohnleina, stałe nawożenie słomą dać może dobre rezultaty na glebach o wysokiej kulturze, żyznych i przy zastosowaniu płodozmianu o stosunkowo mniejszej ilości okopowych i dużym udziale roślin motylkowych, z których wsiewki zasługują na specjalne podkreślenie. Przez wielu autorów podnoszone jest zagadnienie większego zachwaszczenia pola w przypadku nawożenia słomą.

Według badań Rademachera (26) i Petzolda (24) w słomie zbożowej pozostaje około 10% chwastów, w plewach około 20%, reszta nasion chwastów, to znaczy 70% znajduje się w ziarnie zbóż. Z tych badań wynikałoby, że przy użyciu kombajnów posiadających zbieracze plew nie zachodzi obawa większego zachwaszczenia. Przy nawożeniu słomą została przebadana również sprawa występowania chorób grzybkowych. Okazało się [Kalben (11)], że nawożenie słomą nie stwarza korzystnych warunków do pojawienia się większego natężenia chorób.

Tworzenie gospodarstw bezinwentarzowych z punktu widzenia nawożenia słomą jest niewątpliwie celowe, wymaga ono jednak opracowania i wprowadzenia specjalnego płodozmianu z dużym udziałem roślin mo-



Zawartość C i N w glebie przy nawożeniu słomą i obornikiem w Schaedtbek

tylkowych. Poważną rolę odgrywać może wsiewka koniczyny w zboża, która może być zbierana na siano na sprzedaż, względnie na ziarno. Na glebach lżejszych już nie w celu użytkowania na siano, lecz wyłącznie jako komponent nawozowy do słomy dla użyźnienia gleby, posłużyć może wsiewka seradeli. Bardzo poważną rolę w tego rodzaju gospodarstwie odgrywać będą rośliny motylkowe uprawiane w plonie głównym, a dające się zbierać kombajnem, np. łubin lub bobik, których słoma pozostawiona na polu po kombajnie może być przyorana bez specjalnego dodatku azotu.

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa od trzech lat prowadzi gospodarstwo bezinwentarzowe w woj. wrocławskim, oczywiście przy zastosowaniu specjalnego płodozmianu. Udział roślin motylkowych wynosi 25% (19). Oddzielne zagadnienie stanowi możliwość częściowego stosowania nawożenia słomą nieomal w każdym gospodarstwie rolnym. W tym wypadku nie ma właściwie żadnych przeszkód, aby nawozić słomą, np. w przypadku braku obornika. Dodatkowe nawożenie azotem w ilości od 0,5 do 0,7 kg N na 100 kg słomy byłoby konieczne. Na podstawie dotychczasowych obserwacji trzeba zwrócić uwagę na fakt, że dodatkowe nawożenie azotem przy stałym nawożeniu słomą należy przeprowadzać bardzo ostrożnie, dlatego że w tych warunkach często zboże

wylega, zwłaszcza żyto i jęczmień. Wysokie nawożenie fosforowo-potasowe może w dużym stopniu zapobiegać wyleganiu, decydujący jednakże w tym wypadku będzie dobór odmian.

LITERATURA

1. Brade K.: Die zunehmende Bedeutung der Strohdüngung. Mitt. dtsh. Landwirt. Ges. 1960, t. 75, nr 17, A 4, s. 501—502.
2. Cavazza L.: L'influenza dell'interramento della paglia e della concimazione azotata sulla qualità delle cariossidi nella successiva coltura di frumento. Ann. sperim. Agraria, 1957. t. 11, nr 1, B 5, s. 25—40, poz. bibl. 13.
3. Doring H.: Bedenkliche Betrachtungen zur Strohdüngung. Mitt. deutsch. Landwirt. Ges. 1956, t. 71, nr 24, B 4, s. 581—583.
4. Eichstaedt W.: Strohdüngung mit Hindernissen. Dtsch. Landwirt. Pr. 1959, t. 82, nr 23, s. 237.
5. Flaig W., Saalbach E.: Über den Einfluss von Boden gerottetem Stroh auf das Wachstum und die Nährstoffaufnahme von Roggenkeimpflanzen. Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk. 1959. t. 87, nr 3, B. 5, s. 229—235, poz. bibl. 15.
6. Glathe E.: Die Verwertung von Mahdruschstroh auf dem Felde. Landtechnik, 1953, t. 8, nr 10, s. 345, A 4, poz. bibl. 28.
7. Heinz K.: Feldversuche zur Strohdüngung. Mitt. dtsh. Landwirt. Ges. 1958, t. 73, nr 36, A 4, s. 944—948.
8. Hiltner L., Peters: Versuche über die Wirkung der Strohdüngung auf die Fruchtbarkeit des Bodens. Arb. biol. Reichanst 5, s. 3—99, 1907.
9. Grütz W.: Über die Wirkung von technischem Lignin im Vergleich zu anderen organischen Düngemitteln auf Pflanzenertrag und Boden. Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde 49, 197 ff., 1953.
10. Köhnlein J.: Feldversuche im Dienste der Bodenfruchtbarkeit. Schriftenreihe der Landw. Fakultät. d. Univ. Kiel 12, s. 22—42, 1954.
11. Kalben I.: Der Einfluss von Stallmistvergärung und Strohdüngung auf die Fusskrankheiten des Weizens. Diss. Kiel. 1957.
12. Kick H., Dörr R.: Untersuchungen zur Versorgung von Ackerboden mit organischer Masse durch Stroh und Stallmist. Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde. 1955, t. 70, nr 2, B 5, s. 124, poz. bibl. 15.
13. Lefevre G., Blanc-Aicard D., Drouineau G.: Le probleme de l'enfouissement des pailles et des contingences pedoclimatiques. Ann. Inst. nat. Rechagron. 1957. t. 4, nr 2, ser. A, s. 379, poz. bibl. 5.
14. Lindner H.: Die Strohdüngung und ihre Bedeutung für die Arbeitswirtschaft und Organization Landwirtschaftlicher Betriebe. Dtsch. Landwirt. 1958, t. 9, nr 10, A 4, s. 463—469, poz. bibl. 65.
15. Maercke D.: L'enfouissement direct de la paille et l'importance de la matiere organique pour nos terres agricoles. Rev. agric. 1954, t. 7, nr 6, B 5, s. 743—63, poz. bibl. 18.
16. Meyer L.: Mittel und Wege der Humusanreicherung zum Zwecke der Bodenverbesserung. Forschungsdienst. Sonderheft 17, 1941.
17. Mc. Millan J. A.: Cereal straw. Agriculture, 1951, t. 58, nr 3, B 5, s. 115—119.
18. Misterski W.: Wpływ dodatku pyłów dymnicowych i różnych form wapna do stosów obornika na straty azotu i własności próchnicy. Pamiętnik Puławski, Prace IUNG. 1961, z. 2, s. 79—104, poz. bibl. 33.

19. Misterski W.: Znaczenie nawożenia słomą w gospodarstwach rolnych. *Nowe Rolnictwo*, nr 19, 1962.
20. Misterski W., Łoginow W.: Gospodarka obornikiem i jego znaczenie jako nawozu w świetle badań. *Postępy Nauk Rolniczych* nr 2, 1960, (62), s. 75—89, poz. bibl. 45.
21. Nicolaisen W.: Untersuchungen über den Humushaushalt bei Verwendung von Stroh und Torf. *Gartenbauwiss* 1957, t. 22, (4), nr 4, B 5, s. 480—490, poz. bibl. 10.
22. Niklewski B.: Nawożenie roślin na ziemiach polskich. 1949, s. 117.
23. Petterson H. D.: An experiment of the effects of straw ploughed in or composted on a three-course rotation of crops. *J. agric. Scien.* 1960, t. 54, nr 2, B 5 s. 222—229, poz. bibl. 6.
24. Petzoldt K.: Mahdrusch und Unkraut. *Landtechnik* 10, Heft 11, 1955.
25. Peythieu M.: Les engrais werts puevent ils faciliter l'utilisation de la paille pour la production d'humus. *Tech. agric.* 1956, nr 104, A 4, s. 27—30.
26. Rademacher B.: Veränderte Anbauverfahren bedingen eine veränderte Unkrautbekämpfung. *Mitt. dtsh. Landwirtsch. Ges.* 72, 306, ff. 1957.
27. Sahl E.: Ist die strohdüngung praxisreif. *Tech. u. Landwirt.* 1959, t. 11, nr 18, A 4 s. 421—422.
28. Sauerlandt W.: Biologisches Strohfeuer im Boden. *Dtsch. Landwirt. Pr.* 1955, t. 78, nr 23, A 3, s. 326—327.
29. Sauerlandt W.: Stroh — einst und jetzt. *Dtsch. Landwirt. Pr.* 1958, t. 81, nr 30, A 3, s. 296.
30. Sauerlandt W., Graff O.: Fragender direkten Zufuhr von Stroh zum Ackerboden. *Bodenfruchtbarkeit. Verlag Praxis u. Forsch. Oldenburg*, s. 16—48, 1955.
31. Schaeffler H., Eckoldt I.: Einfluss verschiedener Formen der Stroh und der Stallmistdüngung auf Bodenfruchtbarkeit und Bodenleistung. *Bayer. Landwirt. Jhr.* 1960, t. 37, nr 3, B 5, s. 325—347, poz. bibl. 13.
32. Schaeffler H., Eckoldt I.: Stroh und Stallmistdüngung ein 5 jähriger Leistungsvergleich. *Prakt. Blat. Pfl. Bau und Pflsch.* 1959, t. 54, nr 4, B 5, s. 125—129, poz. bibl. 3.
33. Schmalfluss K., Kolbe G.: Feldversuche mit Strohdüngung. *Dtsch. Landwirt.* 1959, t. 10, nr 7, A 4, s. 343—347, poz. bibl. 16.
34. Schmidt L.: Aufwand und Kostender Stallmist und der Strohdüngung. *Mitt. Dtsch. Landwirt. Ges.* 1956, t. 71, nr 26, A 4, Heft 8, s. 909, poz. bibl. 4.
35. Schönbeck F.: Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit. *Mitt. Dtsch. Landwirt. Ges.* 1958, t. 73, nr 23, A 4, s. 615—620.
36. Simon G.: L'enfouissement des pailles dans le sol. Etude generale et repercussions sur la microflore du sol. II, III partie. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron.* 1960, t. 11, nr 3, B 5, Ser A, s. 177—219, poz. bibl. 66.
37. Simon-Sylvestre G.: Influence des enfouissement de paille sur l'actvite biologique globale du sol. *C. r. Saences Acad. Svien.* 1958, t. 246, nr 11, A 4, s. 1781—1784, poz. bibl. 3.
38. Vetter H.: Einfluss der Strohdüngung auf Boden und Pflanze. *Mitt. Dtsch. Landwirt. Ges.* 1959. t. 74, nr 6, A 4, s. 142—143.
39. Vetter H.: Straw as a manure. *Farmers Weekly*, 1959, t. 50, nr 14, (suppl.)
40. Winter A. G., Schönbeck F.: Untersuchungen über den Einfluss von Stickstoff auf des Abbau Hemmstoffen aus Getreidestroh und Stoppeln. *Z. Pfl. Ernähr., Düng. Bodenk.* 1957, t. 79, nr 2, s. 132—142, poz. bibl. 13.