

PERSPEKTYWY EWOLUCJI NAWOŻENIA GLEB W POLSCE

Marian Niklewski

Instytut Hodowli Roślin i Nasiennictwa AR w Szczecinie

Szybko postępująca chemizacja rolnictwa stwarza atmosferę niechęci do nawozów organicznych, które uważane są niekiedy za relikty prymitywnej gospodarki rolnej. Dotyczy to przede wszystkim obornika, gdyż "nowoczesna" technologia produkcji zwierzęcej przechodzi coraz częściej na system gnojowicy. Tymczasem z wielu doświadczeń przeprowadzonych w bieżącym trzydziestoleciu /których wyniki przedstawiamy poniżej w ujęciu syntetycznym/ wypływają wnioski wręcz przeciwne. Doświadczenia, o których mowa, dotyczyły następujących zagadnień:

- kształtowania się wartości produkcyjnej obornika w zależności od warunków ekologicznych,
- fazy mineralizacji i sorpcji azotu oraz mineralizacji węgla,
- strat składników pokarmowych w oborniku oraz zapobiegania im w czasie rozkładu obornika w stosach,
- przechowywania obornika w stosach w oborze i na gnojowni przy użyciu ściółki słomowej i torfowej,
- wpływu wzrastających temperatur stosowanych przy rozkładzie obornika przez 2 i 4 tygodnie.

Wartość produkcyjna obornika jest wynikiem zsynchronizowania

trzech następujących elementów:

- II fazy mineralizacji azotu,
- korzystnych warunków wilgotności,
- szczytu zapotrzebowania nawożonej rośliny.

Straty azotu /35%/, fosforu /30%/ i potasu /45%/ /w warunkach wiosny przy temperaturach otoczenia $< 7,5^{\circ}\text{C}$ / są konsekwencją nie zsynchronizowania procesów mineralizacji azotu z procesami sorpcji wywołanymi przez bakterie celulołityczne. Straty azotu, fosforu i potasu przy wyższych temperaturach otoczenia $> 8,0^{\circ}\text{C}$ są konsekwencją procesów nitryfikacji i denitryfikacji, których szczyt występuje w początkowych 2- i 4-tygodniowych stadiach rozkładu przy temperaturze 55°C . Straty azotu na skutek denitryfikacji są mniejsze, jeśli początkowa temperatura przez 2 i 4 tygodnie dochodzi do 65°C ; w tych warunkach bakterie denitryfikacyjne, które nie wytrzymują tak wysokich temperatur jak bakterie nitryfikacyjne, przechodzą w formy przetrwalnikowe. Przy drugim szczycie straty fosforu i potasu są niższe niż azotu.

Jeśli temperatury w początkowym okresie 2 i 4 tygodni wynoszą 35 i 45°C , to straty azotu, potasu i fosforu są mniejsze, gdyż temperatury te są optymalne dla rozmnażania się bakterii celulołitycznych. W takim przypadku sorpcja mikrobiologiczna azotu jest tak intensywna, że w pierwszym roku nie dochodzi do II fazy mineralizacji azotu, tak że obornik nie daje efektów produkcyjnych, a II faza mineralizacji azotu przesuwa się na rok następny dając w działaniu następczym wyjątkowo wysokie efekty produkcyjne.

Okazało się, że optimum termiczne dla rozwoju bakterii celulołitycznych w oborniku z 2 kg ściółki, rozkładającym się przez 2 tygodnie, wynosi 20°C , a przy rozciągnięciu rozkładu na 4 tygodnie wynosi ono 35°C , natomiast optimum termiczne dla obornika z 9 kg ściółki przy 2 i 4 tygodniach rozkładu wynosi 45°C .

Można przypuszczać, że zwiększenie dawki ściółki na skutek wyższej koncentracji wytwarzającego się dwutlenku węgla opóźnia rozkład obornika. Nie jest zjawiskiem przypadkowym, że przy wyższych dawkach ściółki bardzo korzystnie wpływa dodatek 2,5% tlenku wapnia, który przechwytyjąc dwutlenek węgla zmienia się na węglan wapnia. Podobnie działa fosforogips CaSO_4 , przy którym tlen grupy siarczanowej niweluje dwutlenek węgla.

DOSTOSOWANIE TECHNOLOGII PRZECHOWYWANIA I STOSOWANIA OBORNIKA DO WARUNKÓW EKOLOGICZNYCH

Rozpiętość efektywności obornika w zależności od warunków wodnych jest bardzo duża /tab. 1/. W regionie poznańskim średnia wieloletnia ilość opadów w czerwcu wynosi 49 mm, a w warszawskim - 61 mm, przy czym w poznańskim temperatury lipca są bardzo wysokie, co zwiększa parowanie i transpirację. Okazuje się, że wartość produkcyjna obornika w województwie warszawskim dochodzi do 2,5 t ziemniaków, a w poznańskim zaledwie do 0,71 t, czyli jest 3,5 razy mniejsza. Natomiast przy burakach, które wymagają wyższych temperatur niż ziemniaki, przeciętna zwyżka plonów wywołana 10,0 t obornika wynosi 0,95 t w poznańskim, a 1,91 t w warszawskim, czyli jest dwukrotnie większa. W województwach północnych efektywność obornika jest w wysokim stopniu uzależniona od warunków wilgotnościowych. Na przykład w doświadczeniach bliźniaczych prowadzonych w dwóch płodozmianach przez okres 4 lat osiągnięto następujące efekty produkcyjne /tab. 2/.

Z tabeli 2 wynika, że należałoby się zastanowić nad wprowadzeniem płodozmianu pastewnego i zbożowego według koncepcji Williamsa,

T a b e l a 1

Zwyżki plonów ziemniaków i buraków cukrowych pod wpływem
obornika w zależności od warunków wilgotnościowych
/wg Nikliewskiego 1961/

Rejon	Opady w czerwcu w mm średnie wiel- kości	Ziemniaki		Buraki cukrowe	
		liczba doświad- czeń	przecię- tna zwy- żka plo- nów w t/10 t obornika	liczba doświad- czeń	przecięt- na zwyżka plonów w t/10 t obornika
Poznański z wy- rażnie ujemnym bilansem wodnym	49	10	0,71	8	0,95
Warszawski z do- datnim bilansem wodnym	61	37	2,50	16	1,91

T a b e l a 2

Wpływ warunków wilgotnościowych na wartość produkcyjną 10 t .
obornika w porównaniu z ilością składników pokarmowych w NPK

	Płodozmian 3-polowy		Płodozmian 4-polowy	
	NPK	obornik	NPK	obornik
Gleba sucha	100	91	100	112
Gleba wilgotna w zasię- gu wód gruntowych je- ziora	100	144	100	225

przy czym na morenach dennych i w dolinach rzek wskazane byłoby stosowanie płodozmianu pastewnego z roślinami silnie reagującymi na nawożenie obornikiem, przy stosowaniu niewielkich dawek nawozów mineralnych. Natomiast na morenach czołowych można by wprowadzić płodozmian 4-polowy z uprawą łąbinu na ziarno dla pogłębienia warstwy ornej /wprowadzając pionową meliorację przy pomocy grubych i długich korzeni łąbinu wąskolistnego uprawianego na ziarno/ lub też pogłębić orkę. W tych warunkach byłoby wskazane zastosować gospodarke zbożową opartą głównie na nawozach mineralnych, przy równoczesnym zastosowaniu obornika wprowadzonego w bruzdy z dodatkiem 30% wody. Jest to najlepszy sposób wykorzystania wody w suchszych warunkach, przy czym obornik w bruzdy należałoby stosować w obniżonych dawkach pod ziemniaki /10-15 t/.

U podnóży wzgórz morenowych należałoby przesunąć nieco granicę uprawy roślin pastewnych do wysokości około 5-10 m powyżej granicy dolnej, względnie należałoby zastosować dodatkowe "kosmetyczne" drenowanie umożliwiające dobry rozwój roślin zbożowych przy sprówadzeniu wody do dolinki. W przypadku gdyby dolina była bezodpływowa, wykopać rów na głębokość 1 m, który by wystarczająco uregulował warunki wodne.

W RFN stosowanie obornika w bruzdy jest obecnie zmechanizowane. W tym przypadku pomiędzy roztrzaszacz a traktor trzeba wprowadzić ramę zaopatrzoną w 3 lub 4 redla. Do tego celu nadają się szczególnie roztrzaszacze o pionowych wałkach, które powinny być tak ustawione, aby wprowadzały obornik wprost do bruzdy.

Dla zapewnienia jednakowej dawki obornika trzeba w środku roztrzaszacza umieścić przesuwaną ściankę, która by w miarę opróżniania się roztrzaszacza przesuwała się ku przodowi, zapewniając jednakowej wysokości słup obornika.

Doprowadzenie wody do obornika można by zapewnić przez umieszczenie po obu stronach roztrzasaacza 2 zbiorników z wodą po 350 litrów, wyposażonych w kompresorki napędzane z traktora, które by wprowadzały wodę przy pomocy rurek, tak aby dostawała się ona bezpośrednio na powierzchnię obornika. System ten z uwagi na duże zapotrzebowanie wody przez obornik jest najlepszym sposobem nawadniania.

Wprowadzenie obornika w bruzdy zmniejsza powierzchnię jego styku z suchą warstwą gleby, zapewniając najlepsze wykorzystanie wody.

W doświadczeniach przeprowadzonych w Barzkowicach system ten dał wyższe wartości produkcyjnej obornika ze stosów o 50%, a w warunkach ograniczonego dostępu tlenu w systemie obór głębokich zwiększała 100-150%, jak to wskazują dane załączone do tabeli 3.

Na ciężkich madach żuławskich nawożenie nawozami organicznymi jest szczególnie ważnym elementem związanym z uregulowaniem warunków tlenowych. W licznych doświadczeniach przeprowadzonych na Żuławach okazało się, że zwłaszcza w strefie depresyjnej i przydepresyjnej, które zajmują około 60% powierzchni, obornik gorąco fermentowany według metody Krantza, stosowany wczesną wiosną, daje o 50-100% wyższe efekty, aniżeli obornik natychmiast udeptywany. Strumh i Kolbe przeprowadzili bardzo sumiennie 3-4-letnie doświadczenia, w których porównywali działanie gnojowicy bezwodnej /Jauchemist/ z obornikiem gorąco fermentowanym na plony zbóż i okopowych. Okazało się, że w plonach okopowych najkorzystniej działał obornik gorący, natomiast gnojowica dawała równie dobre, a nawet lepsze wyniki na roślinach zbożowych. W doświadczeniach wazonowych przeprowadzonych przez Krupę okazało się, że gorąco fermentowany obornik w 50% spowodował pokrycie powierzchni wazonów przez koniczyny. Dane te wskazują, że gorąco fermentowany obornik

T a b e l a 3

Wartość produkcyjna 10 t świeżej masy obornika w t/ha, 1958 r.

Sposoby stosowania obornika	Obora płytka dawki ściółki w kg				Obornik przechowywany przez 4 tygodnie pod bydłem dawki ściółki w kg				Srednia Obornik gnojowica	
	2	4	6	8	2	4	6	8		10
Natychmiast zaorany	2,49	0,70	1,57	1,95	1,65	2,80	1,97	2,04	2,27	- 0,02
Pozostawiony na polu w roz- ściele	1,32	1,09	1,91	0,96	1,29	1,72	1,32	0,61	1,22	0,93
Stosowany w bru- zdy	1,31	1,30	1,25	- 0,11	0,94	0,84	0,55	0,31	0,57	1,30
Stosowany w bru- zdy z wodą	1,48	0,69	1,36	2,08	1,40	1,96	2,25	2,26	2,16	1,17
Srednia	1,65	0,92	1,50	1,22	1,32	1,85	1,52	1,30	1,55	0,84

wytwarza aminokwasy, co powoduje korzystny rozwój koniczyny, ponieważ bakterie brodawkowe nie znoszą azotu mineralnego. Na tym polega prawdopodobnie korzystne działanie gorąco fermentowanego obornika na glebach żuławskich, przy zastosowaniu go bezpośrednio po ustąpieniu mrozów.

Wodoodporne agregaty niezależnie od wysycenia gleby wodą i dzięki wysokiej zawartości kwasów fulwowych działają stymulująco zarówno na rozwój roślin, jak i na mikroorganizmy glebowe typu amonifikatorów, co przyczynia się do wzmożonej mineralizacji azotu.

W tym przypadku zwiększenie strat azotowych przy gorącej fermentacji i stymulacji masy organicznej na madach żuławskich wywołuje mineralizację azotu. Przyczynia się ona zapewne w znacznie wyższym stopniu do zawartości w glebach azotu mineralnego, przekraczającego stosunkowo niewielkie zwiększenie strat tego składnika w czasie rozkładu w stosach. A gdy się uwzględni jeszcze wpływ gorącej fermentacji na rozwój roślin motylkowych, to okaże się, że gorąca fermentacja obornika wydatnie przyczynia się do zwiększenia żyzności gleb.

Na ogół na ciężkich madach należy stosować obornik świeży po 2 tygodniach rozkładu, zawierający 7-8 kg ściółki. Wprowadzenie słomy w tych warunkach działa bardzo korzystnie na plony roślin, czego najlepszym przykładem są dane zestawione w tabeli 4.

Z danych zestawionych w tabeli 4 okazuje się, że obornik o zawartości 3 kg ściółki wykazał w plonach buraków pastewnych średnio wartość produkcyjną 1,06 t w roku 1965, podczas gdy obornik z 9 kg ściółki dał 5,21 t buraków pastewnych. Z uwagi na wysokie ceny słomy można z powodzeniem zastąpić dawkę /8 kg/sztukę dziennie/ słomy przez wprowadzenie do obornika z 3 kg ściółki preparatów z węgla brunatnego lub torfu w dawce 50 kg/ha. W takim przypadku, przy wysokich opadach, obornik z 3 kg ściółki II fazę mineralizacji azotu

T a b e l a 4

Wpływ preparatów na wartość produkcyjną 10 t obornika z dawkami ściółki słomowej w plonach buraków pastewnych w t/ha /rok

1965, 943 mm opadów/

Sposoby stosowania obornika	Obornik z 3 kg ściółki na 1 szt. bydła dziennie	Obornik z 9 kg ściółki na 1 szt. bydła dziennie
Obornik rozścielony i natychmiast przyorany	0,91	2,82
Obornik stosowany w bruzdy	1,21	7,60
Średnia	1,06	5,21
Efekt preparatów		
Obornik rozścielony i natychmiast przyorany	3,54	-1,42
Obornik stosowany w bruzdy	3,84	-6,21
Średnia	3,69	-3,815

osiąga pod koniec września. Przez zastosowanie 50 kg/ha preparatu mającego własności oksydacyjne, II faza mineralizacji azotu przesuwana się na sierpień, co umożliwia roślinom należyte wykorzystanie obornika. Natomiast preparat zastosowany na tle obornika z zawartością 9 kg ściółki dał obniżkę plonów. Doświadczenie to było prowadzone przez 3 lata, przy czym osiągnięto współczynnik korelacji pomiędzy wysokością opadów a efektywnością preparatu $r = + 0,988$, co było wysoce istotne.

Na glebach żuławskich, zwłaszcza na madach ciężkich, okazało się, że gnojowica nie daje pożądaných wyników, bo nieraz obniża plony. Jest to efekt działania zasklepiającego wierzchnicy na ciężkich madach, co w konsekwencji powoduje depresję tlenu, a tym samym uniemożliwia wschody roślin oraz powoduje obniżkę plonów.

NAWOŻENIE OBORNIKIEM A NAWOZAMI MINERALNYMI

Jak wynika z powyżej przytoczonych danych, obornik wymaga znacznie większych ilości wody aniżeli nawozy mineralne. Stwierdzenie to w fachowej literaturze chemii rolnej jest pewnego rodzaju nowością, dlatego we wszystkich podręcznikach istnieją dane wyników 70-letnich badań Zakładu Doświadczalnego Ascov w Danii, wg których przyjęto za 100 efektywność nawozów mineralnych, natomiast efektywność obornika o tej samej ilości składników pokarmowych wynosi na glebach lekkich 75%, a na glebach ciężkich - 66%.

Zastanawiając się nad tymi wynikami, zwróciłem uwagę na fakt, że w obszarach nadmorskich w Polsce opady wynoszą w czerwcu 50 mm /na co uskarżają się wszyscy rolnicy/, a w Danii /na Półwyspie Jutlandzkim/ wynoszą zaledwie 27 mm. Nasuwa się pytanie: co jest przyczyną tak niskich tam opadów w czerwcu w skali wieloletniej. Otóż deszcze są wynikiem prądów wstępujących spowodowanych nagrzaniem się gleby w czerwcu, która wykazuje znacznie wyższą temperaturę, aniżeli otaczające morze. Jednakże nieznaczna szerokość Półwyspu Jutlandzkiego, około 100 km, przy dominacji wiatrów zachodnich i północno-zachodnich powoduje spychanie ciepłych warstw powietrza znad Półwyspu na obszar morza i wskutek tego na Półwyspie panuje w czerwcu susza. Ma to doniosłe znaczenie dla praktyki rolniczej w tym kraju. Te niskie opady w Danii są bowiem przyczyną

dobroczynnego działania nawozów mineralnych, których efektywność jest duża przy ograniczonych ilościach wody.

Według informacji udzielonych mi przez prof. Sarkady, głównego specjalistę z chemii rolnej na Węgrzech, w suchych warunkach tego kraju efektywność obornika wynosi zaledwie 30% efektywności nawozów mineralnych. Z zestawienia tych danych wynika, że dzięki nawozom mineralnym można znacznie rozszerzyć zasięg rolnictwa na tereny o ograniczonych warunkach wodnych.

Poza tym nawozy mineralne ułatwiają przechodzenie składników pokarmowych z form nieprzyswajalnych w formy przyswajalne. W doświadczeniach przeprowadzonych w Ascov w Danii okazało się, że ugorowanie pól przez rok lub dwa, z równoczesnym stosowaniem uprawek likwidujących zachwaszczenie /które było powszechnie stosowanym zabiegiem w czasie tzw. trójpolówki ekstensywnej/, umożliwia przechodzenie nieprzyswajalnych form składników pokarmowych do kompleksu sorpcyjnego, a z kompleksu sorpcyjnego do roztworu glebowego. Przy intensywnej gospodarce nawozami mineralnymi w efekcie ostatecznym ugorowanie powodowało obniżenie plonów, tym silniejsze, im dłużej trwał ten zabieg. W ten sposób czarny ugor, który w warunkach ekstensywnej gospodarki był czynnikiem przyspieszającym wymianę nieprzyswajalnych form składników pokarmowych w formy przyswajalne, stał się przy intensywnym stosowaniu nawozów mineralnych czynnikiem hamującym przemianę materii w glebie.

Podobnie na glebach średnich i cięższych nawożenie obornikiem, zwłaszcza wyższymi dawkami, może powodować pewne obniżenie efektywności nawozów mineralnych.

Natomiast na glebach lekkich piaszczystych, o słabo rozwiniętym kompleksie sorpcyjnym, dla osiągnięcia pełnej efektywności nawozów mineralnych konieczne jest stosowanie obornika. Poglądy na ten te-

mat wszystkich chemików rolnych, którzy prowadzili doświadczenia na glebach lekkich, są zgodne.

W Polsce zaznacza się coraz wyraźniej pogorszenie się warunków wodnych, zwłaszcza w zachodnich i centralnych regionach kraju. Na ostatnim posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Poznaniu prof. Z. Tuchołka poinformował zebranych, że w latach 1965/75 plony w poznańskim podniosły się średnio o 1 t/ha ziarna. Licząc ze zwykłą plonów słomy, daje to wzrost suchej masy o 2 tony. Licząc, że zużycie wody na 0,1 t suchej masy wynosi 500 hl, to przy 2 t/ha wzrost jej poboru przez rośliny wyniesie przeciętnie 10 000 hl. Jeżeli średni opad roczny wynosi 500 mm /50 000 hl/ha/, to wzrost zapotrzebowania wody wywołany zwykłą plonów ziarna i słomy wyniesie 20% całości opadów. Z tych powodów tendencje do osiągnięcia wysokich plonów na 40% areału kraju są niebezpieczne, bo mogą powodować zwiększanie deficytu wodnego na najlepszych glebach Polski. Słuszniejsze wydaje się proporcjonalne zwiększenie plonów na całym areale gruntów uprawnych, aby deficyt wodny rozłożyć na całej powierzchni. System ten wydaje się tym bardziej słuszny, że gleby lekkie piaszczyste mają słabe zdolności retencyjne, tracą zupełnie nieprodukcyjnie przez zwykłe parowanie znacznie więcej wody niż gleby cięższe, zamiast wykorzystywać ją dla celów transpiracji roślin uprawnych.

Dochodzi tu jeszcze jeden moment w skali ogólnoswiatowej, który coraz silniej się zaznacza na wszystkich odcinkach życia gospodarczego. Jest to problem oszczędności materiałowej, który największe znaczenie ma w krajach najbardziej zindustrializowanych. W tej chwili nie chodzi o to, aby wyprodukować za wszelką cenę, lecz produkować jak najoszczędniej.

Sprawy te w naszym rolnictwie pozostawiają wiele do życzenia, a szczytem zaniedbań jest gospodarka obornikiem, który może być źródłem największych rezerw. Zamiast zakupywać za wysokie ceny surowce do produkcji nawozów mineralnych, czy nie byłoby korzystniej niewielkimi zmianami technologicznymi ograniczyć straty w oborniku nie tylko azotu, lecz fosforu i potasu.

Niezależnie od zmniejszenia strat składników pokarmowych w oborniku przez racjonalne ustawienie technologii przechowywania i stosowania, przy odpowiednim ich dostosowaniu do warunków środowiska i potrzeb nawożonej rośliny, można by zwiększyć jego efektywność o 30 do 70%.

Przez racjonalne ustawienie gospodarki nawozowej, tj. powiązanie nawożenia mineralnego z organicznym można by osiągać maksymalne plony przy utrzymaniu żyzności gleb.

Efekty ekonomiczne poprawy technologii przechowywania i stosowania obornika szacuje się rocznie w skali krajowej na 15 do 20 miliardów złotych.

Marian Niklewski

PERSPECTIVES OF EVOLUTION IN SOIL FERTILIZATION IN POLAND

S u m m a r y

Rapid advance of the agriculture chemization creates a dislike for organic fertilizers, which are sometimes regarded as a relic of the primitive farming. It concerns, first of all, farmyard manure, as the "modern" animal production technology is using more and more often the liquid manure system. Meanwhile the everyday practice leads to quite opposite conclusions, drawn from many experiences. The production value of farmyard manure is a resul-

tant of the following three elements: the second nitrogen mineralization phase, favourable moisture conditions and requirement peak of the plant fertilized.

The problem of economic farming in Poland leaves much to be desired. Most negligences occur in utilization of farmyard manure, constituting a source of the greatest reserves. Namely, instead of buying for extremely high prices raw materials needed for production of mineral fertilizers, it would be more profitably to reduce by means of insignificant changes of the technology the losses of nitrogen, phosphorus and potassium. Beside this reduction of losses, the farmyard manure effectiveness could be increased by 30-70% owing to its reasonable storage and application in accordance with needs of the fertilized crop and the site conditions.

The requirement of reaching maximum yields at simultaneous soil fertility maintenance, can be realized by a rational fertilizing economy i.e. by an appropriate connection of mineral and organic fertilization. The economic effects of the improved farmyard manure storage and application technology are estimated in the country scale for 15-20 billion zł a year.

Мариан Никлевски

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭВОЛЮЦИИ УДОБРЕНИЯ ПОЧВ В ПОЛЬШЕ

Р е з ю м е

Быстро продвигающаяся химизация сельского хозяйства создает атмосферу отчужденности от органических удобрений, которые рассматриваются иногда как реликт примитивного земледелия. Это касается прежде всего стойлового навоза, поскольку "современная" технология животноводства переходит все чаще к системе жидкого навоза. Между тем повседневная практика приводит к совершенно противоположным выводам, формулированным на базе многих опытов. Производственная ценность стойлового навоза является результирующей следующих трех элементов: второй фазы минерализации азота, благоприятных условий влаги и пиковых потребностей удобряемой культуры.

Проблема экономного земледелия в Польше оставляет много для желаний, а пределом небрежностей является использование стойлового навоза, составляющего источник наибольших резервов питательных элементов. В частности, вместо покупки по чрезмерно высоким ценам сырья для производства минеральных удобрений, было гораздо более выгодным ограничить за счет небольших технологических изменений потери азота, фосфора и калия из стойлового навоза. Независимо от ограничения указанных потерь, можно было, путем рациональной установки системы технологии хранения и использования стойлового навоза, в соответствии с потребностями удобряемой культуры и условиями местообитания, повысить эффективность навоза на 30-70%.

Путем рациональной установки удобрительного хозяйства, т.е. соответствующего сочетания органического и минерального удобрения, можно бы было осуществить требование достижения максимальных урожаев при одновременном удержании плодородия почвы. Экономические эффекты усовершенствования технологии хранения и использования стойлового навоза оцениваются в масштабе страны на 45-20 миллиардов зл в год.