

NAWOŻENIE ROŚLIN W ZMIANOWANIACH SPECJALISTYCZNYCH
I W MONOKULTURACH

Mariusz Fotyma

Zakład Nawożenia IUNG w Puławach

Badania nad nawożeniem roślin uprawianych w specjalistycznych zmianowaniach i w monokulturach są bardzo nieliczne i niepełne. W związku z tym najczęściej wykorzystuje się analogie z wynikami badań nad klasycznymi zmianowaniami. W każdym przypadku nawożenie w zmianowaniu stanowi nową jakość w stosunku do nawożenia poszczególnych pól roślin, składających się na to zmianowanie. Wynika to z efektów następczych stosowanych nawozów i zwiększającej się w sposób systematyczny urodzajności gleby.

NAWOŻENIE ORGANICZNE

Nawozy organiczne spełniają dwie zasadnicze, pierwotne funkcje, tzn. wpływają na bilans substancji organicznej w glebie oraz stanowią źródło składników pokarmowych dla roślin. Bilans ten na gruntach ornych zależy od struktury zasiewów oraz od przeciętnej dawki nawozów organicznych w zmianowaniu. Dla oszacowania jego salda pomocne są współczynniki reprodukcji substancji organicznej wyznaczone w NRD na podstawie wieloletnich doświadczeń. Współczynnik reprodukcji jest to ilość substancji organicznej w tonach s.m. na 1 ha, o którą gleba zostaje wzbogacona („+") lub zubożona („-"), w wyniku jednorocznej uprawy określonej rośliny lub zastosowania jednostkowej dawki nawozu organicznego. Wartości współczynników podano w tabeli 1.

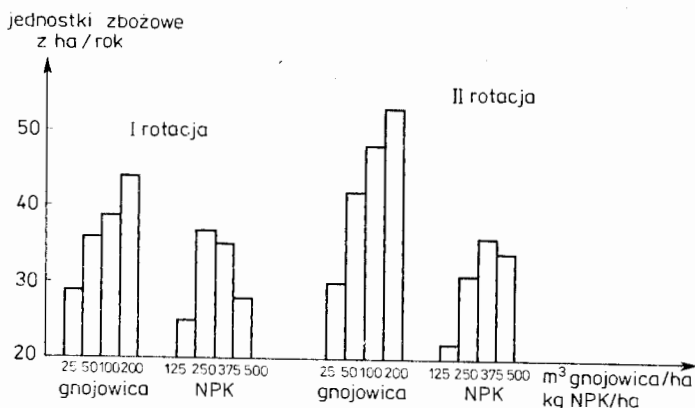
W zmianowaniach specjalistycznych i monokulturach uprawia się głównie rośliny o ujemnych współczynnikach reprodukcji substancji organicznej (zboża, okopowe). Dla zapobieżenia spadku zawartości próchnicy w glebie należy dlatego stosować zwiększone dawki nawozów organicznych, przyorywać słomę i wprowadzać do zmianowania - o ile jest to uzasadnione ekologicznie i organizacyjnie - poplony. W prawidłowym systemie gospodarowania ziemią bilans substancji organicznej musi być przynajmniej zrównoważony, a lepiej, gdy uzyskuje się chociażby niewielkie, dodatnie saldo.

T a b e l a 1

Współczynniki reprodukcji substancji organicznej
(wg Asmusa i in. 1979)

Roślina lub rodzaj nawozu i jednostka	Współczynniki w t s.m. substancji organicznej, ha/rok			
	gleby lekke	gleby średnie	gleby ciężkie	czarne ziemie
Okopowe 1 ha	-1,26	-1,40	-1,54	-1,02
Kukurydza "	-0,95	-1,05	-1,15	-0,77
Zboża i oleiste "	-0,49	-0,53	-0,57	-0,38
Strączkowe "	+0,32	+0,35	+0,38	+0,38
Wielokośne "	+0,95	+1,05	+1,16	+1,16
Poplony "	+0,14	+0,18	+0,21	+0,21
Wsiewki "	+0,63	+0,70	+0,77	+0,77
Obornik 10 t s.m.			+3,50	
Gnojowica "			+2,80	
Słoma "			+2,80	

Działanie pokarmowe substancji organicznej można skwantyfikować tzw. „równoważnikami nawozowymi”. Jest to ilość składnika w nawozach mineralnych, która wykazuje takie samo działanie na plon rośliny jak 100 kg ogólnej formy tego składnika wprowadzonej w postaci obornika lub gnojowicy. Równoważniki nawozowe fosforu i potasu dla wszystkich nawozów organicznych mają wartość 1. Oznacza to, że 100 kg fosforu lub potasu w oborniku (gnojowicy) wykazuje takie samo działanie, jak 100 kg tych składników zastosowanych w nawozach mineralnych. Równoważnik nawozowy azotu ma wartość 0,3 do 0,7 [5]. Mniejsze jego wartości odnoszą się do gleb lekkich i jesienno terminu stosowania nawozów, większe zaś do gleb cięższych i wiosennego stosowania gnojowicy. W każdym przypadku azot nawozów organicznych działa znacznie słabiej niż nawozów mineralnych. Posługiwanie się równoważnikami ma szczególnie duże znaczenie w przypadku gnojowicy, która stosowana jest w sposób zbliżony do nawozów mineralnych. W zmianowaniach specjalistycznych gnojowica może być wykorzystana bardzo efektywnie, zwłaszcza przy nasileniu uprawy kukurydzy, okopowych, jęczmienia jarego i żyta. Jak wynika z badań Maćkowiaka (dane udostępnione), równoważniki azotowe dla tych roślin mają wartość około 1, i praktycznie całość potrzeb nawozowych może być pokryta odpowiednio dobraną dawką gnojowicy. W zmianowaniach klasycznych plony roślin uzyskiwane w obiektach z gnojo-



Rys. 1. Porównanie działania gnojowicy i nawozów mineralnych w dwóch kolejnych rotacjach zmianowania 4-polowego (wg Maćkowiaka, 1979)

wicą są istotnie większe niż na samym nawożeniu mineralnym. W miarę wydłużania badań różnica na korzyść gnojowicy ulega zwiększeniu. Dobrą ilustracją tej prawidłowości stanowią dane przedstawione na rysunku 1.

Wszystko wskazuje na to, że opisana prawidłowość uwidacznia się jeszcze silniej w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach. Począwszy od 1977 r. prowadzone jest doświadczenie produkcyjne z nawożeniem organicznym i mineralnym kukurydzy uprawianej w monokulturze. Czteroletnie wyniki wskazują na zdecydowanie korzystniejsze działanie gnojowicy na glebie lekkiej, równorzędne zaś do nawożenia mineralnego na glebie wytworzonej z glin (tab. 2).

WAPNOWANIE

Wapnowanie jest typowym, okresowym zabiegiem działającym na wielkość plonów roślin w całym obiegu zmianowania. Dawki nawozów wapniowych są uzależnione od różnicy odczynu (pH) aktualnego i optymalnego dla przeważających w rotacji gatunków oraz od zdolności buforowej gleby w stosunku do odczynu. W tabeli 3 podano optymalne wartości pH dla ważniejszych roślin uprawy polowej. Rośliny o mniejszych wymaganiach pod względem odczynu, tzn. plonujące zadowalająco na glebach o niższej wartości pH, reagują również mniejszymi zwyżkami plonu na wapnowanie. W tabeli 4 przedstawiono reakcję roślin zbożowych na wzrastające dawki wapna, zależnie od wyjściowego odczynu gleby. Jak wynika z przedstawionych danych, wapnowanie powodowało dwukrotnie większe zwyżki plonów pszenicy ozimej i jęczmienia jarego niż

T a b e l a 2

Plony kukurydzy zależnie od sposobu nawożenia i gleby
z.m. w t z 1 ha (wg Kukurendy i Warty, nie publikowane)

Forma i dawka nawozów	Średnie za lata 1977-1980	
	gleba wytworzona z piasków	gleba wytworzona z glin
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₁₅₀	12,6	38,5
Gnojowica 50 m ³	27,3	40,3
" 75 m ³	30,5	42,0
" 150 m ³	32,1	42,3

T a b e l a 3

Optymalny odczyn (pH w KCl) gleby dla ważniejszych
roślin (wg Boguszewskiego 1981)

Skład mechaniczny gleby	Żyto ozime, ziemniak	Pszemica ozima, owies	Koniczyna, jęczmień jary, kukurydza	Burak, jęczmień ozimy
Piaski sł. gliniaste	5,3	5,5	5,6	5,7
Piaski gliniaste	5,4	5,7	5,8	6,0
Gliny lekkie	5,6	5,9	6,0	6,2
Gliny średnie	5,8	6,1	6,3	6,4
Gliny ciężkie i iły	6,0	6,3	6,5	6,6

żyta ozimego i owsa. W zmianowaniach specjalistycznych i monokulturach jako optymalny należy przyjąć odczyn gleby odpowiadający wymaganiom przeważających gatunków lub gatunku roślin. Optymalna dawka nawozów wapniowych będzie tym większa, im gleba jest zwięźlejsza oraz zawiera więcej próchnicy. Oznaczenia odczynu należy powtarzać co kilka lat, tak aby w przypadku jego obniżenia można było zastosować tzw. wapnowanie zachowawcze. Regularne oznaczenia odczynu są prostsze i tańsze niż sporządzanie skomplikowanego z natury rzeczy i mało pewnego bilansu wapnia w zmianowaniu.

Tabela 4

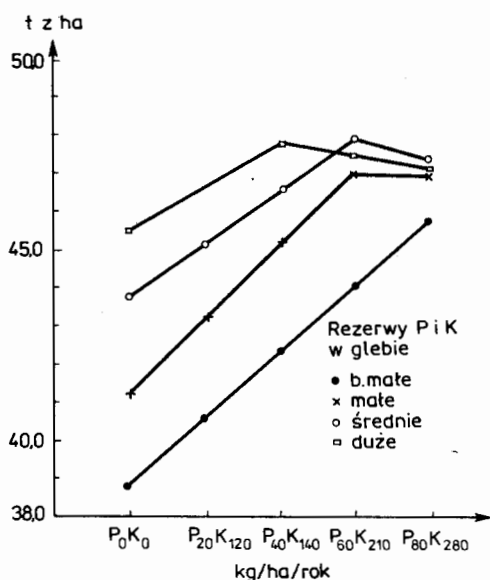
Plony i zwyzki plonów zbóż uprawianych na glebach wytworzonych z glin pod wpływem wapnowania,
 średnie z lat 1978-1981 wg Fotymy i Gajka, nie publikowane)

Dawka wapna wg Hh*	Plony i zwyzki plonów w t z 1 ha zależnie od pH gleby											
	żyto			owies			pszenica			jęczmień		
	< 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	< 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	< 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	< 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5
0	3,23	3,21	3,28	3,31	3,41	3,32	2,67	2,88	3,12	2,75	3,04	3,16
0,5	+0,14	+0,12	+0,11	+0,14	+0,15	+0,04	+0,35	+0,16	+0,16	+0,26	+0,26	+0,14
1,0	+0,22	+0,11	+0,09	+0,19	+0,16	+0,18	+0,40	+0,18	+0,19	+0,51	+0,30	+0,19
2,0	+0,20	+0,14	+0,17	+0,23	+0,22	+0,23	+0,50	+0,23	+0,22	+0,52	+0,39	+0,27
3,0	+0,22	+0,17	+0,13	+0,21	+0,17	+0,23	+0,54	+0,23	+0,21	+0,56	+0,39	+0,28
Liczba doświad- czeń	165	118	114	165	120	114	161	119	112	167	121	115

*Hh oznacza kwasowość hydrolityczną.

NAWOŻENIE FOSFOREM I POTASEM

Przy regularnym nawożeniu fosforem i potasem składniki te nagromadzają się w glebie i powodują wzrost jej produktywności. Wielkość plonów roślin uprawianych w zmianowaniu zależy zarówno od zastosowanej aktualnie dawki P i K, jak również od rezerw tych składników pozostałych po przedplonach. W związku z tym w dobrze zorganizowanym gospodarstwie większe znaczenie ma średni poziom nawożenia fosforem i potasem w zmianowaniu niż precyzyjne dawkowanie nawozów pod poszczególne rośliny. Uwidacznia się to oczywiście jeszcze wyraźniej w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach. Należy przy tym podkreślić, że duże plony można uzyskać tylko



Rys. 2. Efektywność nawożenia kukurydzy fosforem i potasem zależnie od rezerwy tych składników w glebie (wg Fotymy i Naglika, 1983)

wówczas, gdy gleba wykazuje wystarczający stan zasobności w fosfor i potas. Na glebach wyczerpanych z tych składników nawet wysokie dawki nawozów, w pierwszych latach ich stosowania, nie zapewniają pokrycia potrzeb nawozowych roślin. Prawidłowość tę przedstawiono na rysunku 2 na przykładzie doświadczenia prowadzonego przez 3 rotacje zmianowania. W pierwszych 2 rotacjach 5-polowych stosowano wzrastające dawki fosforu i potasu, doprowadzając do zróżnicowanego stanu zasobności gleby. W ostatniej 3-polowej rotacji uzyskane w ten sposób 4 poletka o silnie zróżnicowanej zawartości P i K podzielono na 5 części, stosując odpowiednie dawki

świeżego nawożenia. Największe plony kukurydzy otrzymano na poletkach o średnich i dużych rezerwach fosforu i potasu, zasilając rośliny umiarkowanymi dawkami nawozów. Na poletkach o małych rezerwach fosforu i potasu nawet największe dawki nawozów nie zapewniały uzyskania maksymalnych plonów kukurydzy.

Poszczególne gatunki wykazują niejednorodną wrażliwość na niedobór fosforu i potasu w glebie. Uszeregowanie roślin pod tym względem przedstawia się następująco:

fosfor	rzepak ozimy	>	burak	>	pszenica ozima	>	jęczmień jary	>	ziemniak	>	strącz- kowe	>
	owies	>	żyto ozime									

spadek wrażliwości na niedobór składników w glebie

potas	strączko- we	>	burak	>	ziemniak	>	owies	>	pszenica ozima	>	rzepak ozimy	>
	jęczmień jary	>	żyto ozime									

W zmianowaniach specjalistycznych, w których przeważają rośliny o dużej wrażliwości na niedobór fosforu i potasu, trzeba dążyć do stworzenia większych rezerw tych składników w glebie. W tym celu konieczne jest regularne wprowadzanie dużych dawek nawozów fosforowych i potasowych. Rezerwy P i K nagromadzają się oczywiście wówczas, gdy bilans składników jest dodatni, tzn. gdy dawki nawozów przewyższają ich pobranie z plonami. Planując nawożenie uwzględnia się również ilość fosforu i potasu dostarczoną w formie nawozów organicznych.

NAWOŻENIE AZOTEM

Jest to jeden z najsilniej działających czynników plonotwórczych i stąd dobór właściwej jego dawki ma istotne znaczenie dla produktywności zmianowania. Efektywność nawożenia N i wielkość optymalnych dawek składnika zależy od szeregu czynników środowiska i agrotechniki. Wpływ czynników środowiska, a przede wszystkim rodzaju gleby i przebiegu pogody, jest podobny w zmianowaniach klasycznych, wyspecjalizowanych oraz w monokulturach. Z zagadnieniami tymi można się zapoznać w innych opracowaniach autora [3].

Wpływ czynników agrotechnicznych jest jednak w wymienionych rodzajach zmianowań odmienny, przeto wymaga oddzielnego omówienia. Jednym z nich jest intensywność zmianowania i rodzaj przedplonu. Efektywność nawożenia azotem ulega wyraźnemu zmniejszeniu w stanowisku po przedplonach pozostawiających duże rezerwy azotu

T a b e l a 5

Wielkość optymalanych dawek azotu i odpowiadające im wyżki plonu pszenicy ozimej zależnie od rodzaju przedplonu i nawożenia pod przedplon (wg Pentkowskiego 1981)

Przedplon	Nawożenie pod przedplon kg N na ha			
	120***	180***	240***	300***
Żyto ozime				
poplon + kukurydza	120* (1,49)**	109 (1,26)	97 (1,05)	86 (0,88)
Żyto ozime poplon + kukurydza + kupkówka	130 (1,58)	117 (1,34)	105 (1,11)	93 (0,91)
Koniczyna czerwona z tymotką	91 (0,97)	90 (0,96)	89 (0,94)	88 (0,92)

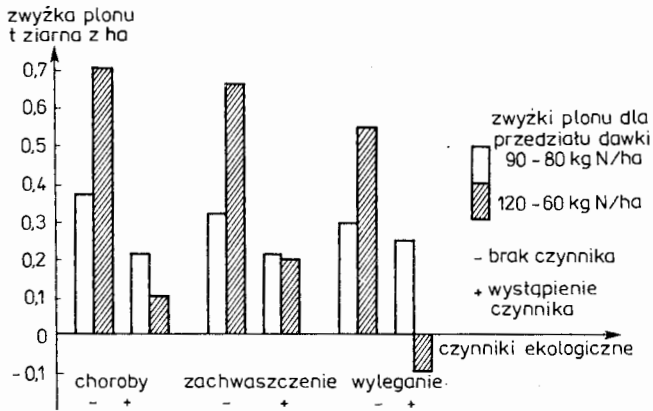
* - optymalna dawka azotu pod pszenicę ozimą kg N na 1 ha,

** - wyżka plonu ziarna t z 1 ha,

*** - pod koniczyną czerwoną z tymotką, dawki o 3/4 mniejsze.

w glebie. Mogą one pochodzić z trzech zasadniczych źródeł: azotu atmosferycznego wiązane go przez bakterie brodawkowe, nawozów organicznych oraz dużych dawek azotu mineralnego stosowanych pod przedplon lub w latach poprzednich. Rola ostatniego z wymienionych źródeł została rozpoznana w ostatnich latach i zilustrowano ją w tabeli 5 na przykładzie doświadczeń z pszenicą ozimą. Optymalna dawka azotu pod pszenicę, uprawianą w stanowisku po przedplonie niemotylkowym nawożonym małą dawką N, była w około 50% większa w porównaniu z zalecaną po takim samym przedplonie, lecz nawożonym dużą dawką azotu, i z zalecaną po przedplonie motylkowym.

Ze wstępnych badań Maćkowiaka i Fotymy (nie publikowane) wynika, że równowaznik azotowy nawozów organicznych stosowanych pod przedplon wynosi około 0,1, nawozów mineralnych zaś około 0,15. Oznacza to, że dawkę azotu pod daną roślinę należy zmniejszyć o 10 lub 15 kg na każde 100 kg azotu zastosowanego odpowiednio w nawozach organicznych lub mineralnych pod przedplon tej rośliny. Efektywność nawożenia azotem ulega również zmniejszeniu pod wpływem niektórych, działających ujemnie, czynników agroekologicznych, jak zachwaszczenie, porażenie chorobami i szkodnikami oraz wyleganie zbóż. Ich wpływ zilustrowano na rysunku 3. W przypadku występowania chorób, zachwaszczenia lub wylegania łanu pszenicy, efektywność działania mniejszych dawek azotu (w przedziale od 60 do 90 kg N na ha) uległa ograniczeniu o około 50%, a dużych dawek azotu (w przedziale od 90 do 120 kg N na ha)



Rys. 3. Wpływ czynników ograniczających na efektywność nawożenia azotem pszenicy ozimej (wg Ruszkowskiego i in., 1983)

nawet o przeszło 2/3. Występowanie czynników ograniczających jest szczególnie prawdopodobne w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach. Stąd bez stosowania środków zapobiegających efektywność nawożenia azotem może ulec istotnemu zmniejszeniu. Herbicydy, fungicydy i regulatory wzrostu wykazują dodatnie współdziałanie z nawozami azotowymi, wydatnie zwiększając efektywność ich działania.

UWAGI KOŃCOWE

Nawożenie roślin w zmianowaniach specjalistycznych i w monokulturach wykazuje pewną odmienność od zasad przyjętych w klasycznych zmianowaniach. Różnice te można sprecyzować następująco:

- w zmianowaniach specjalistycznych trudniejsze jest zbilansowanie substancji organicznej w glebie. W tym celu należy wykorzystywać nawożenie słomą, stosować poplony oraz wszelkie dostępne formy nawozów organicznych. Szczególnie pozytywną rolę powinna tu odgrywać racjonalnie użytkowana gnojowica;

- wapnowanie, nawożenie fosforem i potasem opiera się na prostszych zasadach (bilansowych) niż w klasycznych zmianowaniach;

- w specjalistycznych zmianowaniach z reguły mniejsza jest efektywność nawożenia azotem. Celem jej zwiększenia nieodzowne jest umiejętne stosowanie środków zapobiegających zachwaszczeniu, występowaniu chorób i szkodników oraz regulatorów wzrostu zapobiegających wyleganiu zbóż.

LITERATURA

1. Asmus F., Gorlitz H., Koriath H.: Arch. Acker.-u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 32, 1, 13-20, 1979.
2. Boguszewski W., Gosek S.: Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 285, 13-39, 1984.
3. Fotyma M.: Nawożenie roślin uprawnych (w pracy zbiorowej pod red. R. Czuby - Nawożenie). PWRiL, Warszawa 1979.
4. Fotyma M., Naglik E.: Die Sollwerte für Verfügbare Pund k Gehalt im Boden, (maszynopis dla koordynatora), Puławy 1983.
5. Maćkowiak Cz.: Nawozy organiczne, (w pracy zbiorowej pod red. R. Czuby - Nawożenie), PWRiL, Warszawa 1979.
6. Maćkowiak Cz., Lipska E.: Wpływ zróżnicowanych dawek gnojowicy bydłowej na plonowanie roślin i niektóre wskaźniki żyzności gleby (W). Kształtowanie się żyzności gleby w procesie rolniczego użytkowania. IUNG, Puławy 1983.
7. Pentkowski A.: Pam. Puł., 76, 40-61, 1982.
8. Ruszkowski M. i in.: Technologia produkcji pszenicy ozimej. IUNG, Puławy 1983.

Мариуш Фотыма

УДОБРЕНИЕ РАСТЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СЕВОБОРОТАХ
И В МОНОКУЛЬТУРАХ

Р е з ю м е

В статье приводятся обсуждения по специфике удобрения в специализированных севооборотах и монокультурах. Основывались по необходимости на результатах исследований проводимых к классическим севооборотам из-за скудости других данных. Специалистические удобрения и монокультуры создают больше затруднений в хозяйствовании ортью азотного удобрения в сравнении с классическими севооборотами. С другой стороны, гораздо проще в рассматриваемых севооборотах было известкование, а также фосфорное и калийное удобрение.

Mariusz Fotyma

FERTILIZATION OF PLANTS IN SPECIALISTIC CROP
ROTATIONS AND IN THE MONOCULTURE

S u m m a r y

Considerations on the fertilization specificity in specialistic crop rotations and in the monoculture are presented in the paper. The considerations were based necessarily, in view of insufficiency of other data, on the results of investigations carried out in classical crop rotations. Specialistic crop rotations and monocultures create great difficulties in the organic matter management. Also less is in them the nitrogen fertilization efficiency as compared with classical crop rotations. On the other hand, much simpler in the crop rotations under study are liming and fertilization with phosphorus and potassium.