

WACŁAW BOGUSZEWSKI, ADAM CHOJNACKI
Zakład Nawożenia IUNG

NAWOŻENIE GLEB SKOMASOWANYMI DAWKAMI FOSFORU I POTASU

Równolegle do bardzo szybkiego wzrostu zużycia przez rolnictwo nawozów mineralnych zmieniają się systemy i technika ich stosowania. Nawożenie metodami tradycyjnymi wymagałoby wobec wzrostu ilości nawozów coraz większego nakładu pracy, a współczesne rolnictwo dysponuje coraz mniejszą ilością siły roboczej. Ponadto częste wjeżdżanie na rolę traktorami i siewnikami obciążonymi dużą masą nawozów odbija się ujemnie na stanie fizycznym roli. Naturalne więc jest dążenie do uproszczeń w systemie i technice nawożenia, w celu zmniejszenia liczby zabiegów nawozowych oraz wykonywania ich w czasie najodpowiedniejszym dla gospodarstwa rolnego tak ze względów organizacyjnych, jak i ze względu na zmniejszenie ujemnego wpływu na strukturę roli.

Takim uproszczeniem jest stosowanie nawozów mineralnych nie co rok, pod każdą rośliną uprawną, a raz na dwa lata lub kilka lat. Największe możliwości w tego rodzaju uproszczeniu istnieją przy nawożeniu fosforem. Nawozy fosforowe są wykorzystywane przez rośliny w roku ich zastosowania w 15—30% lub w jeszcze mniejszym stopniu. Fosfor nie wykorzystywany w pierwszym roku prawie nie ulega wymyciu, a więc pozostaje w glebie i, przy zastosowaniu odpowiednio dużych dawek, działa na plony w latach następnych. Wyniki długoletnich doświadczeń wykazują, że fosfor, nagromadzony w glebie w ciągu szeregu lat nawożenia, może potem działać całe dziesięciolecie. Rośliny pokrywają większość swego zapotrzebowania na fosfor nie z bieżącego nawożenia, a z zapasów tego składnika w glebie wytworzonych przez nawożenie w poprzednich latach. Zastosowanie odpowiednio zwiększonego nawożenia fosforowego jednorazowo na kilka lat niewiele więc zmienia warunki żywienia roślin tym składnikiem w porównaniu ze stałym nawożeniem co rok.

Nawożenie potasem raz na kilka lat jest bardziej ograniczone. W obawie przed wymywaniem i nadmiernym pobieraniem przez rośliny w pierwszym roku może być stosowane tylko na glebach niezbyt lekkich, posiadających dostateczną zdolność sorpcyjną. Wykorzystanie potasu w roku zastosowania dochodzi do 60%, a więc następne działanie tego składnika jest znacznie mniejsze niż fosforu.

Okresowe nawożenie azotem raz na kilka lat nie jest wcale brane pod uwagę, ponieważ znaczna część zastosowanego azotu jest wykorzystana przez rośliny w pierwszym roku, pozostała zaś część ulega łatwo wymyciu z gleby.

Używane w literaturze różne synonimy jednorazowego nawożenia na kilka lat, jak nawożenie skomasowane, okresowe, zmasowane, na zapas itd. oznaczają to samo pojęcie. W niniejszym przeglądzie będziemy używać terminu „nawożenie skomasowane” jako oddającego najlepiej istotę sprawy: chodzi o zastosowanie tej samej ilości nawozów za pomocą jednego zabiegu, zamiast kilku zabiegów w ciągu kilku lat.

W ostatnim piętnastoleciu w różnych krajach europejskich, zwłaszcza w NRD i NRF, przeprowadzono liczne doświadczenia z nawożeniem skomasowanymi dawkami fosforu i potasu (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 32) i ten system nawożenia jest już szeroko stosowany w produkcji rolnej. W NRD poradnik nawozowy omawiający wykorzystanie wyników badań zasobności gleb podaje zalecenia i przykłady nawożenia skomasowanego na dwa i trzy lata w różnych wzorcowych zmianowaniach (5).

Idea nawożenia skomasowanego nie powstała jednak w ostatnim piętnastoleciu. Wagner już w latach 1890 i 1892 założył w Niemczech wieloletnie doświadczenia ze skomasowanym nawożeniem fosforem na gruntach ornym i użytkach zielonych (35).

W badaniach nad nawożeniem skomasowanym można wydzielić następujące elementy zagadnienia:

- a) porównanie średnich plonów za okres komasacji, uzyskiwanych przy nawożeniu corocznym i skomasowanym,
- b) porównanie plonów w kolejnych latach,
- c) zmiany w glebie zachodzące pod wpływem różnych systemów nawożenia,
- d) zależność efektu nawożenia skomasowanego od rodzaju gleby i jej zasobności,
- e) zasady stosowania,
- f) ekonomiczna strona zagadnienia.

Porównanie średnich plonów otrzymanych przy nawożeniu skomasowanym i corocznym

Średnie plony za okres komasacji nawożenia przeliczone na jednostki zbożowe oraz w liczbach względnych, uzyskane w poszczególnych doświadczeniach i w całych seriach doświadczeń różnych badaczy, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Porównanie średnich rocznych plonów z doświadczeń ze skomasowanymi i corocznym nawożeniem fosforem (i potasem), przeprowadzonych w różnych krajach europejskich

Miejscowość (okręg), autor pozycja literatury	Doświadczenie		Kultury	Skomasowana dawka		Średni roczny plon w q jedn. zboż. nawoż. co rok	Względny plon w %	
	lata	liczba		kg/ha	lat		(nawoż. coroczne = 100)	bez P(K) nawoż. skomasow.
Bulgaria								
1. (Biała Slatina, Stubiel, Bożuriszkie, Czielopieczenie), Niejkowa-Bocziwa (25)	1960—1963		polowe	P ₂ O ₅ — 140 P ₂ O ₅ — 280	4	plony równorzędne	98	98
Czechosłowacja								
2. Borovice, Kandra (18)	1961—1963		polowe	P ₂ O ₅ — 150	3	66,5	98	98
Dania								
3. różne rejony, Iversen (17)	do 1954 r.	76	polowe	P ₂ O ₅ — 180	5	55,6	94	100
NRD								
4. Bawaria, Schmid (30)	1954—1959	9	polowe	P ₂ O ₅ — 540	6	52,4	93	100
5. Bawaria, Aufhammer (3)	1954—1963	2	łąkowe	P ₂ O ₅ — 300	5	42,0	49	96
6. Darmstadt, Wagner (35)	1892—1901		polowe	P ₂ O ₅ — 600	10	44,2	46	95
7. Essen-Bredény, Gericke (10)	1952—1961		polowe	P ₂ O ₅ — 800 P ₂ O ₅ — 300 150	10 10 5	55,2	94	100
				P ₂ O ₅ — 600 300	10 5	49,1	94	103
				P ₂ O ₅ — 900	10	51,2	89	102
				P ₂ O ₅ — 300 } K ₂ O — 440 }	10 3	52,6	87	102
8. Essen-Bredény, Brandt (8)	1961—1963		polowe			34,3	87	101
							96	100

cd. tabeli 1

Miejscowość (okręg), autor pozycja literatury	Doświadczenie		Kultury	Skomasowana dawka		Średni roczny plon w q jedn. zboż. nawoż. co rok	Względny plon w % (nawoż. coroczne = 100)	
	lata	liczba		kg/ha	lat		bez P(K)	nawoż. skoma- sow.
9. Hannover (poł), Brandt (8)	1958—1963	4	polowe	P ₂ O ₅ — 240 K ₂ O — 320	3	59		100
10. Hesja-Nassau, Hermann (14)	1957—1960	31	polowe	P ₂ O ₅ — 150	2	65		105
11. Poczdam, Specht (31)	1961—1962	3	polowe	P ₂ O ₅ — 108 K ₂ O — 200	2	38,0	90	103
12. (Rostok, Poczdam, Halle-Lauch- städt, Jena, Lipsk) Ansorge (2)	1961—1962	25	polowe	P ₂ O ₅ } K ₂ O }	2		94	103
13. Turyngia, Prausse (27)	1963—1965	3	łąkowe	P ₂ O ₅ — 171	3	62,8	89	102
14. Westfalia, Kürten (20)	1960—1964	4	polowe		3	51,2	87	101
		18		P ₂ O ₅ — 210*	3	52,9		101
Polska								
15. Borusowa, Boguszewski (7) woj. krakowskie	1961—1968	3	polowe	P ₂ O ₅ — 72+ +108	2+3	48,9	87	99
16. Grabów, Grześkiewicz (12) woj. kieleckie	1962—1967	4	polowe	P ₂ O ₅ — 108 K ₂ O — 240	3	47,5	92	99
17. Osiny k. Puław, Boguszewski (7) woj. lubelskie	1962—1965	3	polowe	P ₂ O ₅ — 108 K ₂ O — 240	4	38,1	94	100
		3		P ₂ O ₅ — 108 K ₂ O — 240	4	41,3	90	102
	1966—1969		polowe	P ₂ O ₅ — 216 K ₂ O — 360				100

cd. tabeli 1

Miejscowość (okręg), autor pozycja literatury	Doświadczenie		Kultury	Skomasowana dawka		Średni roczny plon w q jedn. zboż. na woż. co rok	Względny plon w % (na woż. coroczne = 100)	
	lata	liczba		kg/ha	na lat		bez P(K)	na woż. skoma- sow.
18. Sadłowice, Boguszewski (7) woj. lubelskie	1964—1969	3	polowe	P ₂ O ₅ — 144	4	38,3	96	97
19. Sędziszów, Lityński (22) woj. rzeszowskie	1958—1961		łąkowe polowe	P ₂ O ₅ — 150 P ₂ O ₅ — 140	3 4	plony równorzędne, często lepsze przy nawożeniu sko- masowanym		
20. Skierniewice, Goralski (11) woj. łódzkie	1964—1967**	4	polowe	P ₂ O ₅ — 180	5	47,1	91	99
21. Werbkowice, Lasota (21) woj. lubelskie	1962—1964	3	łąkowe	P ₂ O ₅ — 216	3	55,1	64	96
ZSRR 22. Ramienskoje, Biezugłaja (4)	1961—1965		polowe	P ₂ O ₅ — 250	5	31,7	74	101

* W pięciu doświadczeniach skomasowana dawka P₂O₅ wynosiła 240, a w jednym 180 kg/ha** Skomasowana dawka P₂O₅ na 5 lat, średnie plony podane za 4 pierwsze lata.

Wyniki doświadczeń na gruntach ornych z nawożeniem fosforowym i potasowym, zastosowanym w dawkach corocznych i skomasowanych na dwa, trzy i cztery lata, wykazują zbliżone średnie plony roślin uzyskane przy obydwu systemach nawożenia (tab. 1, lp. 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21).

Pewne odchylenia od tej reguły stanowią doświadczenia lp. 2 i 18. W pierwszym z nich w Borowicach na skomasowanym nawożeniu fosforem otrzymano średni plon mniejszy o 1,2 q, ale różnica ta powstała jedynie w wyniku zebrania znacznie niższego plonu kukurydzy w pierwszym roku na nawożeniu skomasowanym. W latach następnych plony pszenicy i żyta przy obydwu systemach nawożenia były zbliżone. Przy uwzględnieniu oszczędności w kosztach nawożenia wariant z nawożeniem skomasowanym, pomimo obniżenia plonu kukurydzy, okazał się bardziej racjonalny ekonomicznie (18).

W doświadczeniu w Sadłowicach (tab. 1, lp. 18) również średni plon uzyskany przy nawożeniu skomasowanym fosforem na 4 lata był niższy o 1,3 q od plonu przy nawożeniu corocznym. Doświadczenie to przeprowadzono na bardzo lekkiej glebie piaskowej całkowitej, na której efekty nawożenia fosforowego są bardzo małe.

Dłuższy okres komasacji, od 5 do 10 lat, zastosowano w doświadczeniach tylko dla nawożenia fosforem. W tej grupie doświadczeń (tab. 1, lp. 3, 4, 5, 6, 7, 20) również uzyskiwano zbliżone plony przy obydwu systemach nawożenia. Zasługuje na uwagę stosunkowo wysoki plon względny na skomasowanej dawce 300 kg P_2O_5 na 10 lat w doświadczeniach Gericke i Bärmanna (tab. 1, lp. 7). Szczególnie duża różnica na korzyść nawożenia skomasowanego wystąpiła w czwartym roku tego doświadczenia.

W doświadczeniach łąkowych Aufhammera (tab. 1, lp. 5) i Lasoty (tab. 1, lp. 21) uzyskano przy nawożeniu skomasowanym średnie roczne plony o około 2 q niższe od plonów przy nawożeniu corocznym. Należy jednak podkreślić, że w doświadczeniu Aufhammera nawożenie fosforem podniosło plony przeszło dwukrotnie, wobec czego różnica pomiędzy plonami uzyskanymi przy dwóch systemach nawożenia, wynosząca 2 q, nie jest istotna. Doświadczenia Lasoty przeprowadzono na torfie alkalicznym, w którym występuje szybkie i silne uwstecznienie kwasu fosforowego, a więc otrzymanie gorszego nieco wyniku przy nawożeniu skomasowanym jest naturalne.

Dane przedstawione w tabeli 1 wykazują z nielicznymi wyjątkami efekt skomasowanego nawożenia fosforem za cały okres komasacji nie mniejszy od efektu nawożenia corocznego. Długość okresu może wynosić do 5—6 lat. Doświadczeń z jeszcze dłuższym okresem wykonano zbyt mało.

Wykonano mniej doświadczeń z jednoczesną komasacją nawożenia potasem. Wykazują one także możliwość komasacji, tylko na krótszy okres

2—3 lat. W doświadczeniu w Osinach pod Puławami (tab. 1, lp. 17) uzyskano wprawdzie dobry wynik komasacji nawożenia fosforem i potasem na 4 lata, ale jest to w zestawieniu tabeli 1 jedyne doświadczenie z komasacją nawożenia potasowego na tak długi okres.

Działanie nawożenia skomasowanego w poszczególnych latach

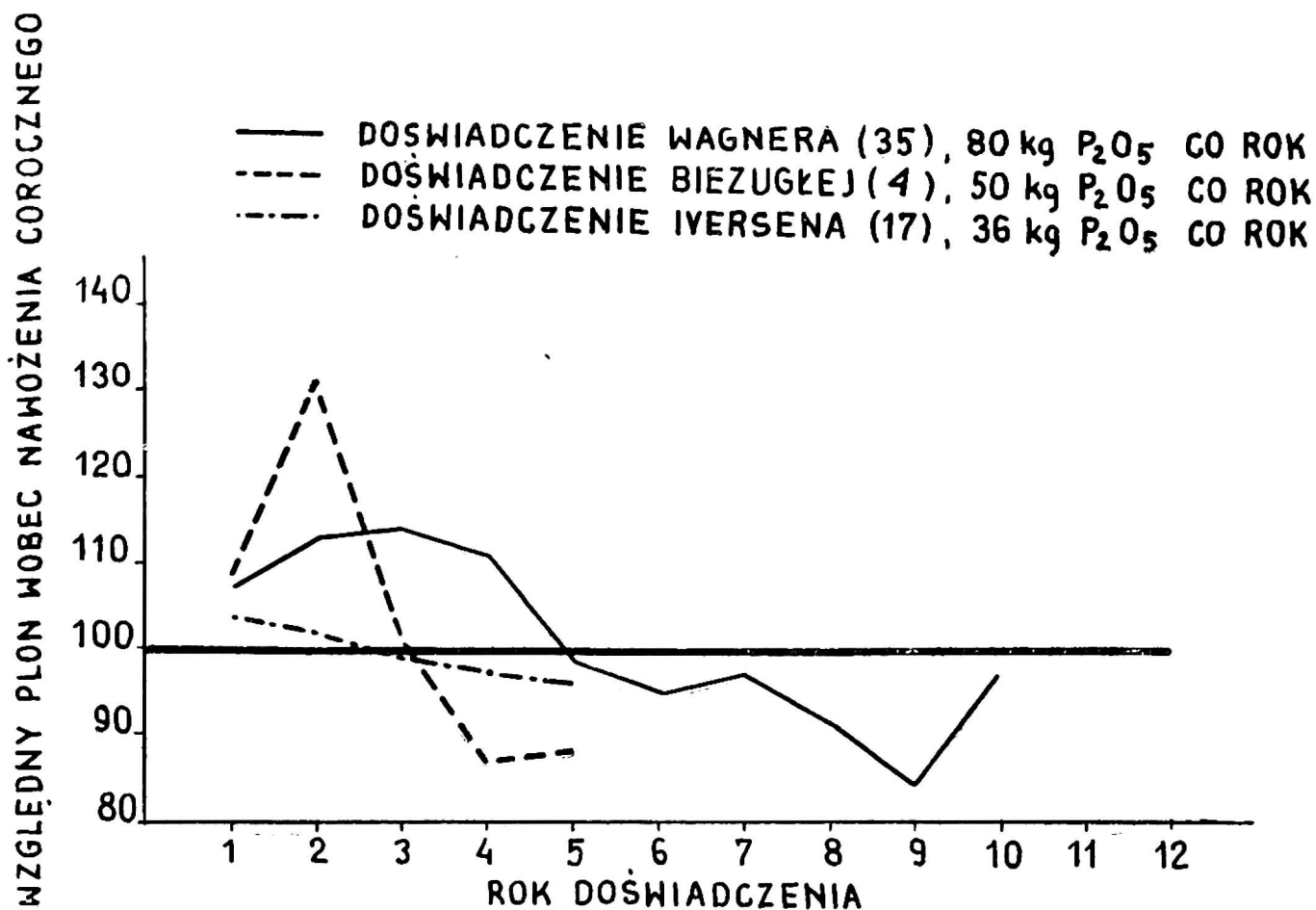
W poprzednim rozdziale stwierdzono, że w większości doświadczeń nawożenie skomasowane daje za cały okres komasacji takie same sumy plonów co nawożenie coroczne. W poszczególnych latach efekty stosowania tych dwóch systemów nawożenia mogą być różne. Rzeczą naturalną jest, że w pierwszym roku, ewentualnie w pierwszych latach, nawożenie skomasowane w dwu- lub kilkakrotnie większej dawce wywołuje większy efekt, który w następnych latach stopniowo zmniejsza się poniżej efektu nawożenia corocznego. Różnice na korzyść nawożenia skomasowanego w pierwszych latach i na jego niekorzyść w dalszych latach wzajemnie kompensują się. Przewaga dawki skomasowanej utrzymuje się tym dłużej, im dawka jest większa. Według Gericke i Bärmanna (10) nawożenie poniżej 30 kg P_2O_5 na 1 ha nie wykazuje w zasadzie działania następczego, wpływ następczy nawożenia powyżej 60 kg P_2O_5 jest natomiast prawie regułą.

Na rysunku podano w postaci wykresu przykłady kształtowania się plonów w poszczególnych latach w trzech doświadczeniach. W dwóch doświadczeniach porównywano wpływ skomasowanego nawożenia fosforem z równoważnym nawożeniem corocznym. W doświadczeniu Biezugłej skomasowane nawożenie 250 kg P_2O_5 na 5 lat porównywano z nawożeniem rozdzielonym na trzy lata (po 100 kg P_2O_5 w drugim i czwartym roku oraz 50 kg P_2O_5 w piątym). Tak duże różnice w działaniu nawożenia skomasowanego i corocznego, jakie uzyskano w poszczególnych latach doświadczeń Wagnera i Biezugłej są oczywiście związane z dużą reakcją na nawożenie, jaka zwykle nie występuje na glebach systematycznie nawożonych.

Różnice w działaniu dwóch systemów nawożenia w poszczególnych latach zależą nie tylko od odległości w czasie od zastosowania dawki skomasowanej, lecz także od rodzaju rośliny. Zagadnienie to zostanie omówione w rozdziale o zasadach stosowania nawożenia skomasowanego.

Zmiany zasobności gleby zachodzące pod wpływem różnych systemów nawożenia

Według licznych doświadczeń nawożenie w stosunku 30—36 kg P_2O_5 na 1 ha rocznie nie wpływa na zmianę zawartości przyswajalnego fosforu w glebie, przy nawożeniu 60—72 kg P_2O_5 po kilku latach następował istotny wzrost zasobności w ten składnik (10, 16, 38). O różnicach w od-



Rys. Działanie następcze skomasowanych dawek fosforu na plony na przykładzie trzech doświadczeń (plony nawożenia corocznego = 100)

działaniu na zawartość w glebie przyswajalnych składników w zależności od stosowania ich co rok lub raz na kilka lat można więc mówić tylko na podstawie doświadczeń ze stosunkowo wysokimi ich dawkami. W tabeli 2 podano kilka takich wyników. W niektórych z nich stwierdzono po nawożeniu corocznym wyższe zawartości przyswajalnego fosforu niż po skomasowanym. Nie jest to jednak regułą, jak wykazują wyniki doświadczeń Prausse umieszczone w tej samej tabeli (27).

Zależność efektu nawożenia skomasowanego od zasobności gleby i jej rodzaju

Wielu autorów wyraża pogląd, że skomasowane nawożenie fosforem i potasem można stosować bez zastrzeżeń tylko na glebach o wysokiej zawartości tych składników w formie przyswajalnej (1, 2, 19, 32, 33). Niska zawartość przyswajalnych składników może być wynikiem zdolności gleby do ich unieruchomienia jak też, gdy chodzi o potas, łatwości wymywania. W tych warunkach nawozy stosowane w dużych dawkach jednorazowo na kilka lat mogą ulegać silnemu uwsteczniению lub wymyciu, co obniża ich efektywność. Mogą jednak występować warunki, w których małe dawki nawozów stosowane co rok działają słabo

Tabela 2

Zmiany średnich zawartości fosforu przyswajalnego w glebie (oznaczonego metodą mleczanową)* pod wpływem nawożenia skomasowanego i corocznego

Doświadczenie	Dawka		Początek dośw. mg P ₂ O ₅ na 100 g gleby	Koniec dośw. mg P ₂ O ₅ na 100 g gleby
	kg/ha	na lat		
Bawaria Schmid (29) 1956—1958				
P — co rok	80		6,8	10,2
P — skomas.	240	3		7,3
Bawaria Schmid (30) 1954—1959				
P — co rok	90		6,7	14,3
P — skomas.	540	6		11,6
Ramienskoje, Biezugłaja (4) 1961—1965				
P — podzielone	4 rok 100 } 1 rok 100 } 5 rok 50 }			2,4
P — skomasowane	250	5	1,1	1,9
Prausse 1963—1965 (27)				
Unterwirbach				
P — co rok	57			13
P — skomas.	171	3	12	12
Weissen				
P — co rok	57			3
P — skomas.	171	3	1	3
Heyda				
P — co rok	57			3
P — skomas.	171	3	1	2

* W doświadczeniu Biezugłej metodą Kirsanowa.

wskutek prawie całkowitego ich uwstecznienia, podczas gdy kilkakrotnie wyższe dawki, stosowane co kilka lat, ulegając tylko częściowemu uwsteczniению, są bardziej efektywne.

W tabeli 3 zestawiono według zawartości fosforu w glebie średnie

plony uzyskane przy nawożeniu corocznym i skomasowanym w 26 doświadczeniach Kürtena i Schmida (20, 30) oraz podano zestawienie wyników 31 doświadczeń według Hermanna (14). Dane te nie wykazują zależności efektu nawożenia skomasowanego od zasobności gleby. W grupie doświadczeń Schmida i Kürtena w przedziale zasobności > 25 mg P_2O_5 względny plon na nawożeniu skomasowanym wynosi zaledwie 96, ale w tym przedziale przeprowadzono tylko jedno doświadczenie i to na glebie o pH w KCl = 7,6. Tak wysoki odczyn nie jest odpowiedni dla komasacji nawożenia fosforem.

Tabela 3

Działanie skomasowanego i corocznego nawożenia fosforem na plony na tle różnej zasobności gleby

Ilość mg $P_2O_5/100$ g gleby	Doświadczenia Schmid'a i Kürtena (20,30)*				Doświadczenia Hermann'a (11)*			
	Liczba dośw.	średnie roczne plony w jedn. zboż.		Plon wzgl. (P-co rok =100)	liczba dośw.	Średnie roczne plony w jedn. zbożowych		Plon wzgl. (P-co rok =100)
		P-co rok	P-skomas.			P-co rok	P-skomas.	
0—5	5	49,4	49,2	100	31	61,6	65,3	106
6—10	9	54,4	55,0	101		60,6	63,3	104
11—15	6	55,4	55,7	100		77,9	74,8	103
16—20	5	48,7	49,4	101		59,1	63,6	108
21—25	0	—	—	—		58,2	62,1	107
>25	1	50,6	48,8	96		88,2	89,2	101

* Dawka skomasowana P_2O_5/ha w doświadczeniach: a) Schmida 540 6 lat
b) Kürtena 210/3 lata
c) Hermanna 150 2 lata

Doświadczenia Zakładu Nawożenia IUNG, przeprowadzone na glebach o średniej względnie niskiej zasobności w fosfor i potas, również przeważnie nie wykazują gorszych wyników na nawożeniu skomasowanym (7). Bergmann i inni (5) podają zalecenia nawożenia skomasowanego na glebach o wysokiej, średniej i niskiej zasobności, nieco tylko zmieniając rozmieszczenie nawożenia w zmianowaniu w zależności od zasobności gleby. Z podanych przykładów można wnioskować, że niska zawartość przy-swajalnych składników w glebie nie przesądza małej skuteczności nawożenia skomasowanego tak dalece, jak można by się spodziewać na podstawie założeń teoretycznych. Jest wątpliwa celowość nawożenia skomasowanego na glebach o bardzo niskiej zasobności, w których niedostatek składników pokarmowych odbija się ostro na plonach. Zagadnienie to wymaga jednak dalszych badań.

Zależność skuteczności skomasowanego nawożenia potasem od rodzaju gleby jest niewątpliwa; na glebach bardzo lekkich, z których potas nawozów łatwo ulega wymyciu, i to przeważnie łatwiej przy stosowaniu większych dawek, nie można się spodziewać dobrego efektu komasacji nawożenia. Stosowanie jednorazowych dużych dawek potasu na glebach o małej zdolności sorpcyjnej jest niekorzystne i z tego względu, że może wywoływać nadmierne pobieranie potasu przez rośliny, powyżej ich potrzeb fizjologicznych. Poglądy na zależność skuteczności skomasowanego nawożenia fosforem od rodzaju gleby nie są zgodne. Wicke (37) na podstawie 6 doświadczeń w okręgu Lipska i Fergan zaleca stosowanie skomasowanego nawożenia fosforem i potasem na glebach piaszczysto-gliniastych na 4 lata, a na glebach gliniasto-piaszczystych na 2 lata. Zestawienie wyników doświadczeń Ansorge, Kürtena i Schmida w tabeli 4 nie wykazuje natomiast zależności efektu nawożenia skomasowanego od składu mechanicznego gleby.

Tabela 4

Względne plony na różnych glebach przy zastosowaniu komasacji nawożenia fosforowego i potasowego na 2 lata (Ansorge, 2) oraz fosforu na 3 i 6 lat (Kürten 20 i Schmid 29). Plony przy nawożeniu corocznym = 100

Rodzaj gleby	Liczba dośw.	Względne plony wg Ansorge			Liczba dośw.	Względne plony obliczone z doświadczeń Kürtena i Schmida
		1-rok	2-rok	średnia		
Piaszczysta	4	107	105	106	—	—
Piasek gliniasty	5	103	100	101	12	100
Glina piaszczysta	10	105	101	103	7	101
Glina ciężka	6	105	103	104	3	100
Próchniczno-piaszczysta	—	—	—	—	3	102

Przy komasacji nawożenia należy zwracać szczególną uwagę na odczyn gleby ze względu na obniżenie skuteczności nawożenia fosforem, stosowanego jednorazowo na kilka lat, na glebach bardzo kwaśnych i alkalicznych. O ujemnych wynikach komasacji na glebach alkalicznych w doświadczeniach Lasoty (tab. 1 p. 21) i Kürtena (tab. 3, przedział >25 mg P_2O_5) już wspomniano poprzednio. Gleby kwaśne trzeba wapnować przed wprowadzeniem racjonalnego systemu nawożenia mineralnego i uzupełnić ewentualny brak magnezu (31). W doświadczeniach Schmida (29) komasacja nawożenia fosforem na 3 lata dawała na glebach lekko kwaśnych (pH 5,1—6,4) lepsze wyniki niż na kwaśnych (pH 4,2—5,0).

Zasady stosowania

Większość autorów zaleca stosowanie nawożenia skomasowanego fosforem i potasem bezpośrednio pod rośliny, które wykazują duże zapotrzebowanie na te składniki oraz są zużywane na miejscu w gospodarstwie; należą tu przede wszystkim rośliny okopowe i pastewne (1, 2, 4, 8, 10, 13, 14, 23, 33). Wskutek spasanania roślin pastewnych składniki pobrane przez nie w zwiększonej ilości wracają poprzez obornik do gleby. Brandt (8) w przypadkach intensywnego nawożenia fosforem i potasem w poprzednich latach zaleca stosowanie skomasowanego nawożenia fosforem pod zboża, a potasem pod rośliny okopowe. Skomasowane nawożenie pod zboża zaleca się także w przypadku wsiewki koniczyny lub lucerny (5). Słuszność stosowania nawożenia skomasowanego pod rośliny okopowe byłaby bezsporna, gdyby nie okoliczność, że rośliny okopowe są uprawiane najczęściej na oborniku. Można mieć zastrzeżenia do tak dużej koncentracji nawożenia organicznego i mineralnego w jednym roku.

Wymienione zalecenia są oparte raczej na przesłankach teoretycznych, brak było natomiast badań eksperymentalnych ze stosowaniem nawożenia skomasowanego pod różne rośliny, w różnych stanowiskach zmianowania. Badania nad tym zagadnieniem podjął Zakład Nawożenia IUNG, stosując skomasowane nawożenie pod różne kolejne rośliny w 3 doświadczeniach z czteropolowym zmianowaniem: ziemniaki na oborniku, kłosowe jare, motylkowate i kłosowe ozime oraz w jednym doświadczeniu z pięciopolowym zmianowaniem: kukurydza na oborniku, bobik, jęczmień, rzepak, pszenica ozima (7, 24). W zmianowaniu czteropolowym stwierdzono dobry wynik komasacji nawożenia pod ziemniaki i pod poprzedzające je zboża ozime; komasacja pod zboże jare następujące po ziemniakach dawała czasami gorsze wyniki prawdopodobnie wskutek tego, że ziemniaki zajmują w tym przypadku stanowisko najdalsze od nawożenia skomasowanego. W zmianowaniu pięciopolowym, na madzie alkalicznej o niskiej zawartości fosforu przyswajalnego, rzepak ozimy reagował na nawożenie tym składnikiem o wiele silniej od wszystkich pozostałych roślin zmianowania. W tych warunkach zastosowanie nawożenia skomasowanego pod rzepak było korzystniejsze niż pod inne rośliny.

Z reguły zaleca się stosowanie nawożenia skomasowanego jesienią przed zimową orką lub wcześniej — na ściernisko. Na nawożenie dużymi dawkami nawozów wczesną wiosną rolnik nie ma czasu. Wiosenny termin jest nieodpowiedni również z tego względu, że następuje utłoczenie roli kołami traktora oraz obciążonego siewnika nawozowego. Po wiosennym wysiewie nawozów następuje przykrycie broną lub, w najlepszym przypadku, kultywatozem, większa część nawozów zostaje wymieszana z warstwą gleby 4—6 cm (9). W warstwie tej wytwarza się duża koncentracja

wprowadzonych soli, co może odbić się ujemnie na stanie roślin. W doświadczeniach Zakładu Nawożenia IUNG (7) wiosenne zastosowanie 360 kg K_2O w soli potasowej na koniczynę czerwoną w pierwszym roku użytkowania wywołało znaczne obniżenie plonu. Głębsze umieszczenie nawozów ma na celu nie tylko zmniejszenie ich koncentracji w wierzchniej warstwie. Umieszczenie nawozów fosforowych w warstwie głębszej, z reguły wilgotniejszej, sprzyja lepszemu ich wykorzystaniu.

Wiosenne nawożenie dużymi dawkami soli potasowych przed sadzeniem ziemniaków jest niewskazane także ze względu na wytworzenie dużej koncentracji anionu Cl, który przy zastosowaniu jesiennym łatwo ulega wymyciu. Ansorge w doświadczeniach z porównaniem jesiennego i wiosennego terminu nawożenia solą potasową stwierdził lepszy efekt nawożenia ziemniaków w terminie jesiennym (2).

Jednak na glebach bardzo lekkich przy nawożeniu jesiennym potasem trzeba się liczyć ze stratami tego składnika przez wymywanie (1, 2, 26, 30). Na przykład Ansorge stwierdził na glebach gliniastych jednakowe działanie jesiennego i wiosennego nawożenia fosforem i potasem, na glebach zaś piaszczystych nawożenie jesiennie dało gorsze wyniki (1). Na glebach o małej pojemności sorpcyjnej, na których nie jest wskazane jesienne nawożenie potasem, nie można jednak stosować skomasowanych dawek tego składnika.

Ekonomiczna strona zagadnienia

Wyniki zreferowanych badań wskazują równorzędność efektów nawożenia skomasowanego i corocznego fosforem i potasem na większości gleb. Komasaacja nawożenia potasem nie jest wskazana na glebach piaszkowych, a komasaacja nawożenia fosforem — na glebach bardzo kwaśnych i alkalicznych. Ponadto wątpliwy jest skutek komasacji nawożenia obydwoma składnikami na glebach o bardzo niskiej zasobności. Okres komasacji dla obydwu składników wynosi 2—3 lata, dla samego fosforu może być przedłużony do 5—6 lat.

Wobec względnej równorzędności efektów w plonach, o celowości komasacji nawożenia decydują inne czynniki. Można je podzielić na łatwo i trudno wymierne. Do łatwo wymiernych należy oszczędność w pracy uzyskiwana przy wysiewie nawozów za pomocą jednego zabiegu raz na kilka lat zamiast kilku zabiegów. Według Hesselbacha (15) oszczędność ta wynosi 40—60% godzin pracy. Należy przy tym uwzględnić nie tylko sam wysiew nawozów, ale także zabiegi uprawowe w celu ich przykrycia. Nie bez znaczenia jest także, iż do wysiewu dużych ilości nawozów, jakie są stosowane przy nawożeniu skomasowanym, dobrze się nadają rozrzutniki odśrodkowe — narzędzia mniej precyzyjne od siewników tradycyjnych, lecz kilkakrotnie wydajniejsze, wobec czego użytkowanie ich jest tanie.

Do czynników niewymiernych należą ułatwienia w organizacji pracy i jej wykonaniu. Ponieważ nawożenie skomasowane przeznaczane jest na dwa lub więcej lat, nie jest rzeczą istotną, czy zostanie wykonane o parę tygodni wcześniej czy później. Wybiera się dla tego zabiegu okres o względnym luzie w pracach w polu, od żniw do orki zimowej. Okres ten jest dogodny i z tego względu, że przed orką zimową są wykonywane tylko powierzchniowe uprawki, rola jest więc względnie twarda, co umożliwia zastosowanie rozrzutników o dużej wydajności, nawet typu samochodowego.

Nie bez znaczenia jest także możliwość stosowania przy nawożeniu skomasowanym tańszych nawozów. Mączka fosforytowa jest nawozem tańszym od superfosfatu i supertomasyny, lecz wolniej działającym. Można oczekiwać dobrego działania tego nawozu właśnie przy jednorazowym zastosowaniu jego na kilka lat na glebie kwaśnej. Badania Prausse (27) raczej nie potwierdzają tego przypuszczenia w związku ze słabym działaniem mączki fosforytowej w pierwszym roku. Natomiast w doświadczeniach wymienionego badacza uzyskiwano bardzo dobry wynik przy zastosowaniu do nawożenia skomasowanego na trzy lata jednocześnie superfosfatu (na pierwszy rok) i mączki fosforytowej (na dalsze lata).

W badaniach Lityńskiego (22) efekt nawożenia skomasowanego mączką fosforytową Annofos w stosunku do efektu nawożenia corocznego wyniósł w doświadczeniach polowych z 4-letnim okresem 104%, w doświadczeniach łąkowych z 3-letnim okresem — 138%. Ulrich (34) stwierdza równorzędność stosowania różnych form nawozów fosforowych w dawkach skomasowanych na glebach o wysokiej zasobności w fosfor przyswajalny. Przy stosowaniu mączek fosforytowych należy jednak pamiętać, że na glebach o odczynie zbliżonym do obojętnego, nawet po długim okresie współdziałania z glebą, fosfor mączki fosforytowej pozostaje nieprzyswajalny dla roślin (36). Ścisłejsze określenie, w jakich warunkach mączki fosforytowe nadają się do wykorzystania do nawożenia skomasowanego powinno być przedmiotem dalszych badań.

Nawozy wieloskładnikowe są z reguły droższe od jednoskładnikowych. Przy wysiewie niewielkich ilości nawozów koszty mieszania względnie rozdzielnego wysiewu nawozów jednoskładnikowych są jednak wyższe od dodatkowego nakładu na zakup droższych nawozów. Przy wysiewie dużych ilości nawozów w dawkach skomasowanych, rozdzielne nawożenie fosforem i potasem może wypaść taniej od zastosowania nawozu dwuskładnikowego (15).

Stwierdzając szereg zalet nawożenia skomasowanego fosforem i potasem oraz możliwości jego stosowania w szerokim zakresie, należy zaznaczyć, że poszczególne elementy zagadnienia, jak długość okresu komasacji i związane z nim maksymalne wielkości dawek, miejsce w zmianowaniu

i możliwość wykorzystania tańszych nawozów, powinny być przedmiotem dalszych badań.

LITERATURA

1. Ansorge H.: 1963, Die Deutsche Landwirtschaft, t. 14, s. 119—121.
2. Ansorge H.: Z-landw. Vers. u. Unters-Wes. t. 9, z. 4/5 s. 467—473, 1963.
3. Aufhammer G., Günzel G., Knobloch W.: Phosphorsäure t. 26, z. 1/2, s. 12—29, 1966.
4. Biezugłaja Ju. M.: Agrochimija Nr 11, s. 48—57, 1966.
5. Bodenuntersuchung u. Düngung, Inst. f. Pflanzenernähr., Jena, 1965.
6. Boguszewski W.: Nowe Rolnictwo, nr 17, s. 30—31, 1963.
7. Boguszewski W.: Doświadczenia Zakładu Nawożenia IUNG (1960—1965), w opracowaniu.
8. Brandt J.: Phosphorsäure t. 22, z. 5/6, s. 301—309, 1963.
9. Fruhstofer A.: Die Ausbringung von Düngemitteln. Düngung der Kulturpflanzen I. Wien. New York, 11, 1965.
10. Gericke S., Bärmann C.: Phosphorsäure t. 22, z. 5/6 s. 255—294, 1963.
11. Goralski J.: Intensyfikacja uprawy zbóż. Warszawa, PWRiL, 1968.
12. Grześkiewicz H.: Doświadczenia Zakładu Nawożenia IUNG (1962—1967) w opracowaniu.
13. Güther A.: Albrecht-Thaer-Archiv, t. 9, z. 10, s. 923—935, 1965.
14. Herrmann E. W.: Phosphorsäure t. 22, z. 5/6, s. 295—300, 1963.
15. Hesselbach J.: Deutsche Landw. Presse, roczn. 86, z. 36 i 37, 1963.
16. Intensywność nawożenia mineralnego na podstawie wyników doświadczeń z nawożeniem w zmianowaniu. Zalecenia agrotechniczne. IUNG, 1969 r. Puławy.
17. Iversen K.: Z. Acker u. Pfl. Bau. t. 110, z. 1. s. 1—32, 1960.
18. Kandra J., Mechirova A.: Polnohospodarstvo, t. XI. z. 4, s. 245—254. 1965.
19. Könncke G.: Die Deutsche Landwirtschaft, t. 14, z. 3, s. 113, 1963.
20. Kürten P. W.: Phosphorsäure, t. 25, z. 3/4, s. 165—172, 1965.
21. Lasota T., Gajda J.: Nawożenie łąk fosforem na węglanowej glebie mułowo-torfowej — Pam. Puł. z. 37, 1970.
22. Lityński T., Mazur K.: Postępy Nauk Rolniczych Nr 1 (79), s. 27—32, 1963.
23. Lüdecke F.: Die Deutsche Landwirtschaft, t. 14, z. 3, s. 113—116, 1963.
24. Nawożenie skomasowane, Zalecenia Agrotechniczne IUNG, Puławy, 1969.
25. Niejkowa-Bocziowa E., Rajkow L., Sawtow B.: Poczwoznianie i Agrochimija t. 2, Nr 6, s. 31—43, 1967.
26. Prausse A.: Albrecht — Thaer — Archiv, t. 11, z. 6, s. 527—539, 1967.
27. Prausse A.: Albrecht — Thaer — Archiv, t. 12, s. 97—114, 1968.
28. Rykowski B.: Nowe Rolnictwo, Nr 17, s. 28—29, 1963.
29. Schmid G.: Phosphorsäure, t. 21, z. 1/2, s. 51—63, 1961.
30. Schmid G.: Phosphorsäure, t. 21, z. 3/4, s. 142—154, 1961.
31. Specht G.: Die Deutsche Landwirtschaft, t. 14, z. 3, s. 121—124, 1963.
32. Steikhardt H., Güther A., Witter B.: Die Deutsche Landwirtschaft t. 14, z. 3, s. 116—118, 1963.
33. Strübing H. G.: Die Deutsche Landwirtschaft, t. 14, z. 3, s. 124—125, 1963.
34. Ulrich B.: Landw. Forsch. 17. Sonderh, s. 126—131, 1963.
35. Wagner P.: Düngungsfragen, z. 5, s. 34—39, 1904.

36. Werner W.: Zeitschr. Pflanzenern. Bodenkunde T. 122, s. 19, 1969.
37. Wicke H. J.: Albrecht-Thaer-Archiv, t. 11. z, 11, s. 1067—1078, 1967.
38. Witter B.: Untersuchungen über die Verbesserung des Nährstoffzustandes der Böden, D.A.L. Berlin, 1967.