

TEOFIL MAZUR, TERESA KAWECKA, JAN SZAGAŁA

WPŁYW NAWOŻENIA NA PLON I SKŁAD CHEMICZNY ROŚLIN  
UPRAWIANYCH W DRUGIEJ ROTACJI ZMIANOWANIA  
NA GLEBACH RÓŻNYCH KOMPLEKSÓW ROLNICZEJ  
PRZYDATNOŚCI

CZEŚĆ II. ZAWARTOŚĆ AZOTU, FOSFORU I POTASU W PLONACH  
ROŚLIN I BILANS SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

Zakład Przyrodniczych Podstaw i Skutków Nawożenia  
Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie

WSTĘP

Nawożenie wywiera znaczny wpływ na zawartość składników pokarmowych w roślinach. Pod wpływem nawożenia NPK wzrasta z reguły zawartość azotu i potasu, a w mniejszym stopniu fosforu [1-4]. Na podstawie masy pobranych składników pokarmowych przez plony końcowe roślin oblicza się bilans tych składników, stanowiący przesłankę do ustalania racjonalnych dawek nawozów. Zatem badania zawartości składników pokarmowych w roślinach mają podwójne znaczenie. Po pierwsze uzyskuje się dane o modyfikacji składu chemicznego plonów, a po drugie dane te służą do wyznaczania optymalnych dawek nawozów [6].

Celem niniejszej pracy, będącej rozwinięciem opracowania [5], było zbadanie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem, fosforem i potasem oraz NPK na skład chemiczny plonów roślin uprawianych w drugiej rotacji zmianowań, na czterech kompleksach rolniczej przydatności gleb. Dane z analizy chemicznej roślin posłużyły do obliczenia bilansu azotu, fosforu i potasu w czasie 4-letnich zmianowań.

METODYKA BADAŃ

Opis doświadczeń polowych zamieszczono w pracy [5]. W czasie zbioru roślin pobierano średnie ich próbki do analiz chemicznych. W próbkach tych oznaczono zawartość suchej masy przez wysuszenie na powie-

trzu, a następnie po rozdrobieniu, w temperaturze 105°C. Różnice w zawartości suchej masy w tych samych roślinach pochodzących z różnych kompleksów były niewielkie i dlatego ich plony, a także pobranie składników pokarmowych przyjęto jako średnie dla poszczególnych obiektów nawozowych. Zawartość azotu ogółem oznaczono metodą Kjeldahla, fosforu metodą wanadowo-molibdenową, potasu zaś metodą płomieniową. Ponieważ doświadczenie prowadzono równolegle na dwóch polach, przeto wyniki analiz chemicznych podano jako średnie z dwóch lat.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość azotu w plonach roślin, uprawianych na kompleksach pszennym dobrym (2) i żytnim bardzo dobrym (4) zależała w dużym stopniu od nawożenia, a w mniejszym od środowiska glebowego (tab. 1). Niemniej wystąpiły niewielkie różnice, i tak korzenie buraków, słoma jęczmienia i ziarno pszenicy, pochodzące z kompleksu 2, zawierały nieco więcej azotu niż z kompleksu 4. W pozostałych roślinach zależność ta była odwrotna, tzn. więcej azotu zawierały plony roślin pochodzące z kompleksu 4.

Wzrastające dawki azotu dodatkowo wpłynęły na zawartość N-ogółem w plonach wszystkich roślin. W porównaniu z nawożeniem podstawowym ( $N_1$ ) największy wzrost zawartości azotu wahał się od 0,06% w słomie pszenicy do 0,54% w zielonej masie żyta poplonowego. W przypadku uprawy na kompleksie 4 wzrost ten wahał się od 0,15% w korzeniach buraków do 0,72% w zielonej masie kukurydzy. Obniżenie dawki azotu o połowę ( $N_{0,5}$ ) wpłynęło niekorzystnie na zawartość N-ogółem w plonach wszystkich roślin.

Uprawa roślin na glebach kompleksu 4 sprzyjała nieco lepszemu gromadzeniu się fosforu w roślinach niż w uprawie na kompleksie 2, z wyjątkiem buraków i żyta poplonowego (tab. 2). Nawożenie różnymi dawkami fosforu tylko nieznacznie lub w ogóle nie różnicowało zawartości tego składnika w plonach roślin. W porównaniu z dawką podstawową ( $P_1$ ), największy wzrost zawartości fosforu (o 0,08%) stwierdzono w kukurydzy uprawianej na glebie kompleksu 2 i w ziarnie jęczmienia pochodzącego z kompleksu 4. Stosowanie obniżonego nawożenia fosforem ( $P_{0,5}$ ) nie miało większego wpływu na zawartość tego składnika w plonach większości roślin, a tylko w niektórych plonach zaznaczyła się tendencja do jego spadku.

Pszenica ozima, kukurydza i żyto poplonowe uprawiane na glebie kompleksu 2 zawierały mniej potasu niż na kompleksie 4 (tab. 3). Odwrotnie kształtowała się zawartość potasu w korzeniach buraków, natomiast w plonach pozostałych roślin różnic tych nie stwierdzono. Zwiększone dawki potasu ( $K_{1,5}$  i  $K_2$ ) wpłynęły dodatkowo na zawartość tego składnika w plonach roślin, z wyjątkiem ziarna zbóż i kukurydzy uprawianych na glebie kompleksu 2. Największy wzrost zawartości potasu, w po-

Tabela 1

Wpływ nawożenia na zawartość azotu ogółem w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of total nitrogen in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks pszenney dobry (2) — Good wheatland complex								Kompleks żytni bardzo dobry (4) — Very good ryeland complex							
	buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	pszenica ozima winter wheat		buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	pszenica ozima winter wheat	
	korze- nie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw	korze- nie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw
N <sub>0,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,20	2,82	2,09	0,82	2,24	1,61	2,38	0,88	1,15	2,91	2,06	0,77	2,33	1,83	2,18	0,93
N <sub>1,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,34	3,00	2,28	0,95	2,33	1,65	2,46	0,92	1,31	3,10	2,24	0,93	2,54	1,97	2,37	1,10
N <sub>1,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,50	2,98	2,32	1,16	2,37	1,87	2,58	0,95	1,40	3,18	2,30	1,16	2,60	2,09	2,56	1,15
N <sub>2,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,48	3,12	2,49	1,28	2,51	1,95	2,62	0,96	1,46	3,51	2,41	1,19	2,78	2,08	2,50	1,38
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	1,44	3,06	2,25	1,10	2,46	1,68	2,52	0,97	1,32	3,40	2,30	1,01	2,74	2,69	2,36	1,11
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,42	3,14	2,30	1,19	2,87	1,79	2,54	0,98	1,30	3,44	2,42	1,07	2,79	2,58	2,46	1,20
$\bar{x}$	1,40	3,02	2,29	1,08	2,46	1,76	2,52	0,94	1,32	3,26	2,29	1,02	2,63	2,21	2,40	1,14

Tabela 2

Wpływ nawożenia na zawartość fosforu (p) w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of phosphorus (P) in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks pszenny dobry (2) – Good wheatland complex (2)								Kompleks żytni bardzo dobry (4) – Very good ryeland complex (4)							
	buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy –	kuku- rydza	pszenica ozima winter wheat		buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy –	kuku- rydza	pszenica ozima winter wheat	
	korze- nie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw	żyto winter cover crop – rye	maize	ziarno grain	słoma straw	korze- nie	liście leaves	ziarno grain	słoma straw	żyto winter cover crop – rye	maize	ziarno grain	słoma straw
P <sub>0,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,27	0,61	0,47	0,22	0,50	0,34	0,46	0,18	0,24	0,54	0,52	0,22	0,48	0,57	0,46	0,20
P <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,27	0,62	0,50	0,23	0,52	0,38	0,46	0,18	0,28	0,59	0,48	0,25	0,48	0,56	0,46	0,21
P <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,26	0,65	0,49	0,22	0,54	0,46	0,49	0,18	0,27	0,56	0,58	0,28	0,51	0,50	0,52	0,23
P <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,28	0,66	0,57	0,26	0,55	0,46	0,52	0,18	0,30	0,60	0,56	0,30	0,54	0,53	0,52	0,25
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	0,26	0,64	0,52	0,23	0,57	0,42	0,45	0,16	0,26	0,58	0,54	0,30	0,54	0,58	0,48	0,22
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,26	0,65	0,52	0,22	0,54	0,41	0,46	0,16	0,26	0,60	0,56	0,29	0,52	0,55	0,50	0,22
$\bar{x}$	0,27	0,64	0,51	0,23	0,54	0,41	0,47	0,17	0,27	0,58	0,54	0,27	0,51	0,55	0,49	0,22

Tabela 3

Wpływ nawożenia na zawartość potasu (K) w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of potassium (K) in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks pszenny dobry (2) — Good wheatland complex (2)							Kompleks żytni bardzo dobry (4) — Very good ryeland complex (4)								
	buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	pszenica ozima winter wheat		buraki beets		jęczmień jary summer barley		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	pszenica ozima winter wheat	
	korze- nie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw	korze- nie roots	liście leaves	ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw
K <sub>0,5</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	1,98	3,16	0,44	1,00	1,83	1,83	0,38	1,07	1,80	3,14	0,44	1,00	2,06	2,22	0,42	1,17
K <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,02	3,10	0,43	1,10	1,82	2,04	0,42	1,06	1,92	3,17	0,42	1,14	2,16	2,22	0,46	1,22
K <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,06	3,34	0,43	1,12	1,86	1,99	0,42	1,14	2,09	3,37	0,45	1,10	2,25	2,42	0,46	1,32
K <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,16	3,40	0,44	1,22	2,02	1,90	0,42	1,14	2,05	3,40	0,43	1,24	2,24	2,42	0,47	1,34
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	2,06	3,23	0,42	1,19	1,85	2,04	0,40	1,14	2,00	3,22	0,44	1,20	2,44	2,31	0,47	1,26
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,06	3,28	0,46	1,20	1,85	1,98	0,40	1,14	2,00	3,30	0,45	1,16	2,58	2,36	0,49	1,29
x	2,06	3,25	0,44	1,14	1,87	1,96	0,41	1,12	1,98	3,27	0,44	1,14	2,29	2,32	0,46	1,27

równaniu z nawożeniem podstawowym ( $K_1$ ), wahał się od 0,30% w liściach buraków na glebie kompleksu 2 do 0,42% w zielonej masie żyta poplonowego na kompleksie 4. Obniżone nawożenie potasem ( $K_{0,5}$ ) nie miało większego wpływu na zawartość tego składnika w plonach buraków i ziarnie zbóż, natomiast w pozostałych plonach roślin nastąpił niewielki spadek ilości potasu.

Na zawartość azotu w plonach roślin uprawianych na glebach kompleksów żytniego dobrego 5 i żytniego słabego 6 miały wpływ nawożenie i gleba (tab. 4). Rośliny uprawiane na glebie kompleksu 5 zawierały więcej azotu niż uprawiane na glebie kompleksu 6.

Pod wpływem nawożenia wzrastającymi dawkami azotu nastąpił wzrost zawartości N-ogółem w plonach wszystkich roślin. W przypadku kompleksu 5 największy wzrost zawartości azotu wynosił od 0,09% w słomie owsa do 0,55% w zielonej masie żyta poplonowego. Natomiast na kompleksie 6 wzrost ten wahał się od 0,11% w ziarnie żyta do 0,49% w zielonej masie żyta poplonowego, w porównaniu z dawką podstawową ( $N_1$ ). Obniżenie dawki azotu o połowę ( $N_{0,5}$ ) wpłynęło niekorzystnie na zawartość N-ogółem, z wyjątkiem słomy owsa i kukurydzy uprawianych na glebie kompleksu 6.

Zawartość fosforu w plonach roślin uprawianych na glebach kompleksu 5 była nieco mniejsza niż w uprawianych na glebach kompleksu 6, z wyjątkiem ziemniaków i ziarna żyta (tab. 5). Nawożenie zwiększonymi dawkami fosforu ( $P_{1,5}$  i  $P_2$ ) nie miało większego wpływu na zawartość tego składnika w plonach roślin. W stosunku do dawki podstawowej ( $P_1$ ) największy wzrost wynosił 0,08% w plonie kukurydzy uprawianej na glebie kompleksu 5. Jedynie w zielonej masie żyta poplonowego uprawianego na glebie kompleksu 6 stwierdzono istotny wzrost zawartości fosforu wynoszący 0,20%. Stosowanie obniżonej dawki fosforu ( $P_{0,5}$ ) nie miało ujemnego wpływu na zawartość tego składnika w plonach roślin.

Owies i kukurydza uprawiane na glebie kompleksu 5 zawierały nieco mniej potasu, a słoma żyta więcej niż na glebie kompleksu 6 (tab. 6). Nawożenie zwiększonymi dawkami potasu ( $K_{1,5}$  i  $K_2$ ) wpłynęło dodatnio na zawartość tego składnika w plonach większości roślin. Na glebie kompleksu 5 największy wzrost zawartości potasu stwierdzono w bulwach ziemniaków (0,29%), a przy uprawie na kompleksie 6 — w zielonej masie kukurydzy (0,35%). Zmiany zawartości potasu w ziarnie zbóż były małe i nie miały większego znaczenia. Stosowanie obniżonych dawek potasu ( $K_{0,5}$ ) wpłynęło na mniejszą koncentrację tego składnika w większości plonów, w porównaniu z zawartością potasu w roślinach nawożonych dawką podstawową ( $K_1$ ).

Pobranie i bilans składników pokarmowych zależały od rodzaju płodozmianu, nawożenia i kompleksu rolniczej przydatności gleb. Rośliny uprawiane na glebie kompleksu 2 pobrały o 8% mniej azotu niż rośliny pochodzące z gleb kompleksu 4 (tab. 7). Natomiast pobranie azotu przez

Tabela 4

Wpływ nawożenia na zawartość azotu ogółem w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of total nitrogen in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks żytni dobry (5) — Good ryeland complex (5)							Kompleks żytni słaby (6) — Weak ryeland complex (6)						
	ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	żyto — rye		ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimy — żyto winter cover crop—rye	kuku- rydza maize	żyto — rye	
		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw
N <sub>0,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,63	2,02	0,84	1,93	2,49	1,99	0,83	1,57	1,81	0,92	2,26	2,24	1,82	0,79
N <sub>1,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,68	2,13	0,98	2,37	2,59	2,10	0,89	1,71	1,98	0,92	2,33	2,20	2,01	0,88
N <sub>1,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,02	2,27	1,04	2,77	2,94	2,18	0,97	1,72	2,05	1,02	2,55	2,64	2,10	0,98
N <sub>2,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,05	2,37	1,07	3,48	3,00	2,24	1,01	2,02	2,19	1,08	2,82	2,54	2,12	1,00
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	1,88	2,23	0,99	3,92	2,66	2,12	0,92	1,71	2,08	0,98	2,40	2,36	2,06	1,00
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,02	2,35	0,95	3,42	2,80	2,24	0,98	1,76	2,10	1,10	2,61	2,13	2,08	0,97
$\bar{x}$	1,88	2,23	0,98	2,98	2,75	2,14	0,93	1,75	2,03	1,00	2,50	2,35	2,03	0,94

Tabela 5

Wpływ nawożenia na zawartość fosforu (P) w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of phosphorus (P) in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks żytni dobry (5) — Good ryeland complex (5)							Kompleks żytni słaby (6) — Weak ryeland complex (6)						
	ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimny — żyto winter cover crop-rye	kuku- rydza maize	żyto — rye		ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimny — żyto winter cover crop-rye	kuku- rydza maize	żyto — rye	
		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw
P <sub>7,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,46	0,42	0,18	0,45	0,34	0,44	0,14	0,40	0,46	0,24	0,45	0,52	0,40	0,22
P <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,48	0,44	0,21	0,46	0,38	0,44	0,14	0,43	0,44	0,27	0,47	0,52	0,42	0,20
P <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,48	0,44	0,20	0,47	0,46	0,44	0,15	0,42	0,48	0,30	0,50	0,54	0,46	0,22
P <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,50	0,47	0,20	0,47	0,46	0,46	0,13	0,44	0,50	0,31	0,58	0,54	0,48	0,24
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	0,44	0,44	0,18	0,50	0,42	0,48	0,15	0,43	0,48	0,28	0,63	0,57	0,46	0,22
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,48	0,44	0,20	0,49	0,41	0,50	0,16	0,44	0,48	0,30	0,67	0,54	0,46	0,24
$\bar{x}$	0,47	0,44	0,20	0,47	0,41	0,46	0,14	0,43	0,47	0,28	0,55	0,54	0,45	0,22

Tabela 6

Wpływ nawożenia na zawartość potasu (K) w plonach roślin w % s.m.  
Influence of fertilization on content of potassium (K) in crop yields in % d.m.

Nawożenie Fertilization	Kompleks żytni dobry (5) — Good ryeland complex (5)							Kompleks żytni słaby (6) — Weak ryeland complex (6)						
	ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimy — żyto winter cover crop-rye	kuku- rydza maize	żyto — rye		ziemniaki potatoes	owies — oat		poplon ozimy — żyto winter cover crop-rye	kuku- rydza maize	żyto — rye	
		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw		ziarno grain	słoma straw			ziarno grain	słoma straw
K <sub>0,5</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,24	0,50	1,44	2,61	3,12	0,56	1,12	2,25	0,56	1,36	2,61	3,44	0,56	1,06
K <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,39	0,54	1,45	2,66	3,34	0,56	1,16	2,32	0,60	1,53	2,61	3,30	0,58	1,20
K <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,39	0,58	1,54	2,70	3,48	0,60	1,24	2,53	0,64	1,56	2,73	3,61	0,60	1,12
K <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	2,65	0,61	1,55	2,68	3,18	0,60	1,28	2,68	0,70	1,63	2,79	3,57	0,54	1,16
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	2,58	0,60	1,48	2,68	3,28	0,58	1,22	2,58	0,61	1,58	2,65	3,65	0,59	1,20
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,68	0,64	1,48	2,70	3,28	0,62	1,28	2,67	0,69	1,58	2,72	3,53	0,53	1,23
$\bar{x}$	2,49	0,58	1,49	2,67	3,28	0,59	1,22	2,50	0,63	1,54	2,68	3,52	0,57	1,16

Tabela 7

Bilans azotu za okres 4-letniego zmianowania w kg na ha  
 Nitrogen balance in the four-year crop rotation in kg/ha

Nawożenie Fertilization	Kompleks 2 – Complex 2			Kompleks 4 – Complex 4			Kompleks 5 – Complex 5			Kompleks 6 – Complex 6		
	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference
N <sub>0,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	245	684	-439	245	721	-476	215	324	-109	215	355	-140
N <sub>1,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	490	811	-321	490	880	-390	430	417	+ 13	430	413	+ 17
N <sub>1,5</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	735	941	-206	735	994	-259	645	519	+126	645	485	+160
N <sub>2,0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	980	1029	- 49	980	1083	-103	860	554	+306	860	525	+335
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	735	934	-199	735	1066	-331	645	548	+ 97	645	471	+174
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	980	988	- 8	980	1090	-110	860	570	+290	860	490	+370

rośliny uprawiane na glebie kompleksu 5 było o 7% większe niż pobranie tego składnika przez rośliny z gleb kompleksu 6. Wraz ze wzrostem nawożenia azotem zwiększało się pobranie tego składnika przez plony wszystkich roślin. I tak nawożenie podwójną dawką azotu ( $N_2$ ) spowodowało wzrost pobrania N-ogółem od 23% na kompleksie 4 do 33% na kompleksie 5. Inaczej kształtował się wzrost pobrania azotu w obiektach nawożonych  $N_2P_2K_2$ , gdyż wzrost ten wahał się od 19% w przypadku kompleksu 6 do 37% w przypadku kompleksu 5.

Bilans azotu na glebach kompleksu 2 i 4 był ujemny, a kompleksów 5 i 6 bilans ten był ujemny jedynie po zastosowaniu obniżonego nawożenia azotem ( $N_{0,5}$ ). Większy niedobór azotu wystąpił na glebach kompleksu 4 niż kompleksu 2. Na glebach kompleksów 5 i 6 nawożenie  $N_{1,5}$  okazało się wystarczające do zapewnienia dodatniego bilansu azotu w roślinach w całym 4-letnim zmianowaniu.

Pobranie fosforu przez rośliny uprawiane na glebie kompleksu 2 było o 8% mniejsze niż przez rośliny uprawiane na glebach kompleksu 4 (tab. 8). W przypadku kompleksu 5 rośliny pobrały o 12% mniej fosforu niż rośliny z kompleksu 6. Stosowanie zwiększonego nawożenia fosforem przyczyniło się do wzrostu pobrania tego składnika. Na podwójnej dawce nawozów ( $P_2$ ) wzrost pobrania fosforu wahał się od 6% na kompleksie 4 do 16% na kompleksie 2. Nawożenie  $N_2P_2K_2$  wpłynęło na większe pobranie fosforu przez rośliny i tak o 12% na kompleksie 4 do 27% na kompleksie 6. Było to wynikiem uzyskania większych plonów roślin przy nawożeniu podwójną dawką NPK niż przy nawożeniu dawką  $P_2$  stosowaną na tle  $N_1K_1$ .

Nawożenie dawką podstawową ( $P_1$ ) i obniżoną o połowę ( $P_{0,5}$ ) okazało się niewystarczające do uzyskania dodatniego bilansu fosforu w glebie kompleksów 2 i 4. Dopiero wyższe dawki fosforu ( $P_{1,5}$  i  $P_2$ ) zapewniły dodatnie saldo tego składnika. Obniżona dawka fosforu ( $P_{0,5}$ ) była też niewystarczająca do uzyskania dodatniego bilansu tego składnika w glebie kompleksu 6. Pozostałe dawki fosforu stosowane na tym kompleksie oraz wszystkie poziomy nawożenia fosforem na kompleksie 5 dały dodatni bilans fosforu. Znacząco istotne okazały się jednak wyższe dawki nawozów fosforowych.

Pobranie potasu przez rośliny uprawiane na glebie kompleksu 2 było o 15% mniejsze niż przez rośliny pochodzące z gleb kompleksu 4 (tab. 9). Jeszcze większa różnica wystąpiła między następnymi glebami, bowiem rośliny uprawiane na glebie kompleksu 6 pobrały o 22% więcej potasu niż na kompleksie 5. Wraz ze wzrostem nawożenia potasem zwiększała się ilość potasu pobranego przez rośliny. Na podwójnej dawce potasu ( $K_2$ ) wzrost ten wahał się od 7% na glebie kompleksu 5 do 10% na kompleksie 6. Znacznie większy wzrost pobrania potasu stwierdzono przy nawożeniu podwójną dawką NPK, gdyż w granicach od 14% na glebie kompleksu 2 do 61% na kompleksie 6.

Bilans fosforu za okres 4-letniego zmianowania w kg/ha  
Phosphorus balance in the four-year crop rotation in kg/ha

Nawożenie Fertilization	Kompleks 2 – Complex 2			Kompleks 4 – Complex 4			Kompleks 5 – Complex 5			Kompleks 6 – Complex 6		
	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference
P <sub>0,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	83	169	– 86	83	184	– 101	80	77	+ 3	80	93	– 13
P <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	166	172	– 6	166	194	– 28	160	88	+ 72	160	96	+ 64
P <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	249	188	+ 61	249	198	+ 51	240	98	+ 142	240	102	+ 138
P <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	332	199	+ 133	332	206	+ 126	320	102	+ 218	320	107	+ 213
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	249	198	+ 51	249	215	+ 34	240	98	+ 142	240	116	+ 124
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	332	199	+ 133	332	218	+ 114	320	102	+ 218	320	122	+ 198

Bilans potasu za okres 4-letniego zmianowania w kg/ha  
Potassium balance in the four-year crop rotation in kg/ha

Nawożenie Fertilization	Kompleks 2 – Complex 2			Kompleks 4 – Complex 4			Kompleks 5 – Complex 5			Kompleks 6 – Complex 6		
	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference	wniesione applied	pobranie removed	różnica difference
K <sub>0,57</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	238	736	– 498	228	784	– 556	216	430	– 214	206	442	– 236
K <sub>1,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	477	754	– 277	456	818	– 362	432	459	– 27	411	463	– 52
K <sub>1,5</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	715	797	– 82	684	877	– 193	648	490	+ 158	617	510	+ 107
K <sub>2,0</sub> N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	954	812	+ 142	912	920	– 8	864	490	+ 374	822	511	+ 311
N <sub>1,5</sub> P <sub>1,5</sub> K <sub>1,5</sub>	715	854	– 139	684	948	– 264	648	526	+ 122	617	882	– 265
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	954	862	+ 92	912	1180	– 268	864	524	+ 340	822	746	+ 76

Na wszystkich czterech kompleksach rolniczej przydatności gleb nawożenie podstawową dawką potasu ( $K_1$ ) i obniżoną o połowę ( $K_{0,5}$ ) było niewystarczające do uzyskania dodatniego bilansu tego składnika. Również wyższe dawki potasu okazały się niewystarczające do zrównoważenia bilansu w glebie kompleksu 4, a na kompleksie 2 dopiero podwójna dawka ( $K_2$ ) wpłynęła na dodatni bilans potasu. Wyższe dawki potasu ( $K_{1,5}$  i  $K_2$ ) działały korzystnie na bilans tego składnika na kompleksach 5 i 6.

### WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Zawartość azotu i potasu w plonach roślin zależała głównie od nawożenia, które nie miało większego wpływu na zawartość fosforu. Niewielkie zróżnicowanie w zawartości tych składników wystąpiło również między kompleksami rolniczej przydatności gleb. Na ogół rośliny uprawiane na kompleksach 4 i 5 (średnich) zawierały więcej składników pokarmowych niż na kompleksie mocniejszym 2 i słabym 6.

2. Rośliny uprawiane na kompleksach pszennym dobrym i żytnim bardzo dobrym pobrały średnio z 1 ha w ciągu 4-letniej rotacji: 932 kg N, 195 kg P i 861 kg K, natomiast na kompleksach żytnim dobrym i żytnim słabym: 472 kg N, 100 kg P i 539 kg K.

3. Bilans azotu w roślinach uprawianych na glebach kompleksów pszennym dobrym i żytnim bardzo dobrym był ujemny, natomiast na kompleksach żytnim dobrym i żytnim słabym dodatni po zastosowaniu dawek większych niż dawki podstawowe. Zwiększone nawożenie fosforem wpłynęło na dodatni jego bilans na glebach wszystkich kompleksów, natomiast dawki podstawowe równoważyły pobranie tego składnika na glebach kompleksów słabszych. Stosowane nawożenie potasem było niewystarczające do osiągnięcia dodatniego bilansu w roślinach uprawianych na glebie kompleksów mocniejszych, natomiast na glebie kompleksów słabszych dodatni bilans potasu w roślinie uzyskano po zastosowaniu zwiększonego nawożenia tym składnikiem.

### LITERATURA

- [1] Czuba R., Mazur T. Nawożenie a jakość plonów. PWN, Warszawa (w druku).
- [2] Ciećko Z., Mazur T., Szykiewicz E. Badania nad nawożeniem roślin uprawianych w zmianowaniu na różnych kompleksach glebowo-rolniczych. II. Zawartość w roślinach azotu ogółem i białkowego. Zesz. Nauk. ART Olszt., Rol. 1982 341 s. 69-82.

- [3] Mazur T., Bieniaszewska J., Ciećko Z. Badania nad nawożeniem roślin uprawianych w zmianowaniu na różnych kompleksach glebowo-rolniczych. III. Zawartość fosforu, potasu, magnezu i wapnia w roślinach. Zesz. Nauk. ART Olszt., Rol. 1982 34 s. 83-97.
- [4] Mazur T., Ciećko Z., Fotyma M. Badania nad nawożeniem roślin uprawianych w zmianowaniu na różnych kompleksach glebowo-rolniczych. IV. Pobranie i bilans azotu, fosforu i potasu. Zesz. Nauk. ART Olszt., Rol. 1982 34 s. 99-110.
- [5] Mazur T., Kawecka T., Szagała J. Wpływ nawożenia na plon i skład chemiczny roślin uprawianych w drugiej rotacji zmianowania na różnych kompleksach rolniczej przydatności gleb. I. Plony roślin. Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt., Agriculture (w druku).
- [6] Zalecenia nawozowe. II. Optymalne dawki nawozów na gruntach ornych. P (32) IUNG, Puławy 1986.

Т. МАЗУР, Т. КАВЕЦКА, Я. ШАГАЛА

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ,  
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ВО ВТОРОЙ РОТАЦИИ СЕВОБОРОТА НА ПОЧВАХ,  
РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРИГОДНОСТИ  
Ч. II. СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В УРОЖАЯХ РАСТЕНИЙ,  
А ТАКЖЕ БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Кафедра природных основ и последствий удобрения  
Сельскохозяйственно-технической академии в Ольштыне

Резюме

В работе приводятся результаты химических анализов урожаев растений, полученных во второй ротации севооборотов, применяемых в 1978-1981 гг. на почвах, которые принадлежали, в зависимости от сельскохозяйственной пригодности, к четырём различным комплексам. Представлен также баланс азота, фосфора и калия. В опыте применяли дифференцированное удобрение азотом, фосфором, калием и NPK. Содержание азота и калия зависело, главным образом, от удобрения, однако, оно не влияло существенно на содержание фосфора. Небольшие различия в содержании этих компонентов были отмечены также в пределах исследованных комплексов. Растения, возделываемые на так называемых средних комплексах 4 и 5, содержали в общем больше питательных компонентов, чем на более мощном комплексе — 2 и слабом — 6. Среднее поглощение питательных компонентов в течение 4-летней ротации составляло 932 кг N, 195 кг P и 861 кг K на хоршем пшеничном и очень хорошем ржаном комплексе и 472 кг N, 100 кг P и 539 кг K на хорошем ржаном и слабом ржаном комплексе.

Баланс азота был отрицательным на комплексах 2 и 4, а на комплексах 5 и 6 — только в вариантах со сниженными дозами азотного удобрения. При внесении повышенных доз фосфорного удобрения, баланс фосфора на всех комплексах был положительным. Повышенные дозы калия оказались недостаточными для севооборотов на комплексах 2 и 4, поскольку баланс этого компонента был отрицательным.

T. MAZUR, T. KAWECKA, J. SZAGAŁA

FERTILIZATION EFFECT ON YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION  
OF CROPS IN THE SECOND ROTATION CULTIVATED ON SOILS  
OF DIFFERENT AGRICULTURE UTILITY COMPLEXES  
PART II. NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT  
IN YIELDS OF PLANTS AND THE BALANCE OF NUTRIENTS

Department of Natural Principles and Effect of Fertilization,  
Agricultural University in Olsztyn

S u m m a r y

Results of chemical analyses of yield of crops obtained in the second rotation of crops cultivated in 1978-1981 on soils of four agricultural utility complexes as well as the balance of nitrogen, phosphorus and potassium are presented in the paper. Separate nitrogen, phosphorus and potassium and joint NPK fertilization was applied in the experiment. The nitrogen and potassium content depended mainly on fertilization which did not exert any significant effect on the phosphorus content. Small differences in the content of these elements occurred also between the soil complexes investigated. Crops cultivated on soils of the complexes 4 and 5 (medium heavy soils) contained more nutrients than those cultivated on heavier complex 2 and light complex 6. Mean uptake of nutrient elements throughout the 4-year crop rotation in conversion to 1 hectare amounted to 932 kg N, 195 kg P and 861 kg K on good wheatland and very good ryeland complex as well as to 472 kg N, 100 kg P and 539 kg K on good and weak ryeland complexes.

The nitrogen balance in plants was negative on the complexes 2 and 4, while on complexes 5 and 6 it was negative only in soils fertilized with lower nitrogen rates. After application of higher phosphorus fertilizer rates, crops cultivated on soils of all complexes positive phosphorus balance was obtained. Increased potassium rates appeared to be insufficient for rotations of crops in soil of the complexes 2 and 4, as the balance of this element was negative.

*Prof. dr hab. Teofil Mazur*  
*Zakład Przyrodniczych Podstaw i Skutków*  
*Nawożenia*  
*Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie*  
*10-744 Olsztyn — Kortowo, bl. 39*

*Praca wpłynęła do redakcji*  
*w kwietniu 1987*

