

WPŁYW INTENSYWNEGO NAWOŻENIA UŻYTKÓW ZIELONYCH  
NA PLONOWANIE I WARTOŚĆ POKARMOWĄ ROŚLINZAWARTOŚĆ FORM FOSFORU W RUNI INTENSYWNE NAWOŻONEGO  
PASTWISKA*Grzegorz Nowak*

Instytut Chemizacji Rolnictwa AR-T w Olsztynie

Dyrektor: prof. dr Mieczysław Koter

Fosfor jest podstawowym składnikiem mineralnym, wpływającym nie tylko na plonowanie łąk i pastwisk, ale również na zdrowotność zwierząt gospodarskich. Według Klappa [12] koncentracja fosforu w poroście łąk i pastwisk może ulegać znacznym wahaniom, niejednokrotnie od 0,1 do ponad 1,0%  $P_2O_5$ . W warunkach polskich wahania w zawartości fosforu w runi użytków zielonych wynoszą 0,10-1,37%  $P_2O_5$  [18, 24].

Największy wpływ na zawartość fosforu w karmie pastwiskowej ma poziom nawożenia tym składnikiem. Według wielu badań [1, 12, 23] wzrost nawożenia fosforowego zawsze prowadzi do zwiększenia koncentracji tego składnika w roślinności. Ważnym czynnikiem wpływającym na zawartość fosforu w runi pastwiskowej jest również nawożenie azotowe. Wzrost nawożenia azotem prowadzi do zwiększenia koncentracji fosforu, gdy gleba jest zasobna w przyswajalny fosfor [5, 9, 19], natomiast przy niskim poziomie tego składnika w glebie może nastąpić nawet znaczne obniżenie koncentracji fosforu w runi [4, 6].

Dobre zaopatrzenie roślin użytków zielonych w potas [16, 22] i magnez [7, 22] sprzyja pobieraniu i gromadzeniu fosforu.

Stosunkowo dużo miejsca w literaturze światowej poświęcono zawartości fosforu ogółem w roślinach użytków zielonych, natomiast brak jest w dostępnej literaturze publikacji dotyczących wpływu różnych czynników na dynamikę form fosforu. Problem ten został częściowo opracowany dla roślin polowych, a w odniesieniu do użytków zielonych zainteresowanie tym zagadnieniem wzrosło w ostatnich latach w literaturze naukowej.

Zwiększenie zaopatrzenia roślin w fosfor powoduje w największym stopniu wzrost koncentracji fosforanów mineralnych, które są najbardziej labilną formą fosforu [10, 11, 14, 26, 27, 28]. Poglądy na wpływ nawożenia mineralnego na zawartość organicznych związków fosforu są podzielone. Niektórzy twierdzą, że wzrastające nawożenie NPK powoduje wzrost zawartości tej formy fosforu [11, 26, 27, 28], natomiast inni [3, 14, 27] — że nie powoduje żadnych zmian lub nawet zmniejsza [27]. Nawożenie roślin podstawowymi składnikami mineralnymi w prawidłowych proporcjach sprzyja szybkiemu włączeniu mineralnych fosforanów w związki organiczne. Natomiast zarówno stosowanie wysokich dawek nawozów, jak i ich niekorzystny dla roślin stosunek, narusza metabolizm fosforu, a w szczególności syntezę organicznych połączeń tego pierwiastka. Pobrany fosfor gromadzi się w nadmiernie dużej ilości w roślinach w postaci nieorganicznych fosforanów [26]. Metabolizm fosforu związany jest bezpośrednio z procesami wzrostu roślin, toteż zachwianie go prowadzi do niekorzystnych w skutkach efektów w plonowaniu [2].

Celem pracy było zbadanie, w jakim stopniu intensywne nawożenie mineralne wpływa na zawartość fosforu ogółem oraz na syntezę organicznych form fosforu w roślinności pastwiskowej.

#### METODY BADAŃ

Ogólną charakterystykę warunków klimatyczno-glebowych, technikę prowadzenia doświadczeń, sposób pobierania prób do analiz oraz wyniki plonowania pastwiska podano w pracy Kotera i Krauze [15].

Formy fosforu w materiale roślinnym frakcjonowano według metody Smitha i Thanhausera w modyfikacji Schmalfussa [8]. Wyodrębniono następujące formy fosforu: mineralne fosforany, organiczne związki fosforu rozpuszczalne w kwasie trójchlorooctowym — TCA (fosfor estrowy) i organiczne związki fosforu nierozpuszczalne w TCA (fosfor fosfolipido-nukleoproteidowy). Zawartość fosforu ogółem w materiale roślinnym i ekstraktach oznaczono metodą Tischera [25], po uprzednim zmineralizowaniu na mokro w kwasie siarkowym z dodatkiem nadtlenu wodoru. Mineralne fosforany oznaczono bezpośrednio w ekstraktach TCA. Przystawajalny fosfor w glebie oznaczono metodą Egnera Riehma [20].

#### WYNIKI

Wyniki analiz zawartości form fosforu w runi pastwiskowej z lat 1970-1972 przedstawiono w tabelach 1-3. W 1970 roku (tab. 1) zawartość fosforu w runi była największa w pierwszym odroście. Wzrastające nawożenie mineralne zwiększyło koncentrację tego składnika, co spowo-

Tabela 1

Zawartość form fosforu w runi pastwiskowej w 1970 roku ( $\%_{00} P_2O_5$  w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Mineralny	Organiczny		razem
				nierozpuszczalny w TCA	rozpuszczalny w TCA	
$N_{120}P_{70}K_{90}$		9,62	6,07	2,43	1,12	3,55
$N_{240}P_{140}K_{180}$		8,65	5,23	2,48	0,94	3,42
$N_{480}P_{280}K_{360}$	I	10,45	6,86	2,56	1,03	3,59
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		10,47	6,58	2,81	1,08	3,89
$N_{120}P_{70}K_{90}$		8,02	5,47	1,87	0,68	2,55
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,68	5,32	1,96	0,40	2,36
$N_{480}P_{280}K_{360}$	II	8,94	6,32	1,73	0,89	2,62
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,58	6,16	1,62	0,80	2,42
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,24	4,57	2,09	0,58	2,67
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,55	4,79	2,18	0,58	2,76
$N_{480}P_{280}K_{360}$	III	8,33	5,40	2,26	0,67	2,93
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,40	5,55	2,20	0,65	2,85
$N_{120}P_{70}K_{90}$		—	—	—	—	—
$N_{240}P_{140}K_{180}$		—	—	—	—	—
$N_{480}P_{280}K_{360}$	IV	7,82	4,39	2,61	0,82	3,43
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,04	4,41	2,83	0,80	3,63
$N_{120}P_{70}K_{90}$		—	—	—	—	—
$N_{240}P_{140}K_{180}$		—	—	—	—	—
$N_{480}P_{280}K_{360}$	V	8,41	4,82	3,21	0,38	3,59
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		7,77	4,38	3,11	0,38	3,39
Przeciętna zawartość form fosforu w runi						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		8,29	5,37	2,13	0,79	2,92
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,96	5,11	2,21	0,64	2,85
$N_{480}P_{280}K_{360}$		9,12	5,97	2,28	0,87	3,15
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		9,02	5,85	2,33	0,84	3,17

dowane było głównie znacznym przyrostem mineralnych fosforanów i organicznych związków fosforu nierozpuszczalnych w TCA. Zawartość fosforu ogółem od pierwszego do piątego wypasu dość znacznie zmniejszyła się, przy czym równolegle nastąpiło obniżenie stężenia mineralnych fosforanów i organicznych związków fosforu rozpuszczalnych w TCA. Natomiast koncentracja fosfolipidów i nukleoproteidów zmniejszyła się w drugim odroście, a w następnych ponownie wzrosła. Wysokie nawożenie mineralne spowodowało znaczny wzrost udziału fosfolipidów i nukleopro-

teidów w stosunku do fosforu ogółem w suchej masie runi czwartego i piątego wypasu. Analizując przeciętną zawartość fosforu w ciągu sezonu pastwiskowego, obliczoną na podstawie pobrania i plonów suchej masy, należy stwierdzić, że wzrastające nawożenie mineralne spowodowało wzrost koncentracji zarówno fosforu ogółem, jak i wszystkich jego form w runi. Wyjątek stanowiła ruń nawożona 560 kg NPK, w której nastąpiło obniżenie zawartości tego składnika. Prawdopodobnie przyczyną był wysoki plon suchej masy, jaki uzyskano w pierwszym odroście [15]. Nawożenie nie wpłynęło jednak w większym stopniu na udział form fosforu w stosunku do ogólnej jego zawartości. Podobnie mikroelementy nie wpłynęły zarówno na zawartość fosforu ogółem, jak i jego form w roślinności pastwiskowej.

Koncentracja fosforu w suchej masie zielonki pastwiskowej w 1971 r. była najniższa w ciągu całego cyklu badawczego (tab. 2). Susza panująca w czasie wegetacji w znacznym stopniu ograniczyła pobieranie fosforu. Na skutek dość niskiej koncentracji fosforu w roślinach nastąpiło mniejsze nagromadzenie go w formie mineralnej, a w większym stopniu w postaci fosfolipidów i nukleoproteidów. Podobnie jak w poprzednim roku, nawożenie mineralne zwiększyło zawartość fosforu w runi pastwiskowej. Koncentracja fosforu w suchej masie zielonki pierwszego odrostu kształtowała się na dość wysokim poziomie, przy czym około 55% stanowiły mineralne fosforany, ponad 31% fosfolipidy i nukleoproteidy a 9-11% estry fosforanów. W runi z drugiego wypasu nastąpił spadek koncentracji fosforu i jego form. Zastosowanie nawozów fosforowych po drugim odroście zwiększyło koncentrację tego składnika w roślinach następnym odrostów, przy czym w największym stopniu wzrosła koncentracja organicznych związków fosforu. Analizując średnią zawartość form fosforu w poroście z 1971 r. należy stwierdzić że wzrastające nawożenie mineralne zwiększyło w największym stopniu koncentrację fosforu fosfolipido-nukleoproteidowego, nieco mniej fosforanów mineralnych, a stężenie fosforu estrowego nie ulegało zmianie. W odniesieniu do fosforu ogółem pod wpływem nawożenia udział mineralnych fosforanów i fosforu estrowego wykazywał tendencję malejącą, a nukleoproteidowo-lipidowego wzrastającą. Nie stwierdzono większego wpływu działania mikroelementów na koncentrację form fosforu.

Warunki klimatyczne w czasie wegetacji 1972 r. korzystnie wpłynęły na koncentrację fosforu w roślinności pastwiskowej (tab. 3). Rośliny zawierały więcej fosforu niż w 1971 r., a nieco mniej niż w 1970 r. Największy wpływ nawożenia na zawartość fosforu zaznaczył się w runi pastwiskowej z pierwszej i nieco mniej z drugiej rotacji. Zastosowanie nawozów fosforowych po drugim wypasie zwiększyło koncentrację fosforu w roślinach kompleksów 280 i 560 kg NPK w trzecim odroście, zaś w runi

Tabela 2

Zawartość form fosforu w runi pastwiskowej w 1971 roku ( $\%_{00}$   $P_2O_5$  w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Mineralny	Organiczny		razem
				nierozpuszczalny w TCA	rozpuszczalny w TCA	
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,56	4,21	2,55	0,80	3,35
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,99	4,69	2,50	0,80	3,30
$N_{480}P_{280}K_{360}$	I	8,32	4,61	2,93	0,78	3,71
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,04	4,43	2,72	0,89	3,61
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,41	4,57	2,23	0,61	2,84
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,16	4,36	2,23	0,57	2,80
$N_{480}P_{280}K_{360}$	II	7,62	4,37	2,94	0,31	3,25
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		7,84	4,35	3,05	0,44	3,49
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,38	4,95	2,18	0,25	2,43
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,87	5,39	2,24	0,24	2,48
$N_{480}P_{280}K_{360}$	III	8,31	5,24	2,17	0,90	3,07
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		7,74	4,93	2,15	0,66	2,81
$N_{120}P_{70}K_{90}$		8,52	4,25	3,42	0,85	4,27
$N_{240}P_{140}K_{180}$		9,03	4,90	3,24	0,89	4,13
$N_{480}P_{280}K_{360}$	IV	8,41	4,11	3,62	0,68	4,30
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,84	4,65	3,71	0,48	4,19
$N_{120}P_{70}K_{90}$		—	—	—	—	—
$N_{240}P_{140}K_{180}$		—	—	—	—	—
$N_{480}P_{280}K_{360}$	V	9,41	5,54	3,36	0,51	3,87
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy		8,88	4,77	3,60	0,51	4,11
Przeciętna zawartość form fosforu w runi						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,74	4,50	2,61	0,63	3,24
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,77	4,73	2,42	0,62	3,04
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,25	4,67	2,93	0,65	3,58
$N_{480}P_{270}K_{360}$ + mikroelementy		8,13	4,59	2,93	0,61	3,54

nawożonej 1120 kg NPK dopiero w roślinności czwartego odrostu. Najzasobniejsza jednak w fosfor okazała się run pastwiskowa czwartego i piątego odrostu. Zdolność roślin do syntezy organicznych połączeń fosforu była jednak mniejsza niż w poprzednich odrostach i gromadził się on w większym stopniu w postaci mineralnych fosforanów. Szczególnie znaczne nagromadzenie fosforanów miało miejsce w runi pastwiskowej pod wpływem najwyższego nawożenia mineralnego w czwartym odroście. Analizując średnią zawartość fosforu i jego form w runi pastwiskowej w 1972 r.

Tabela 3

Zawartość form fosforu w runi pastwiskowej w 1972 roku ( $^0/_{00}$   $P_2O_5$  w s.m.)

Nawożenie	Odrosty	Ogółem	Mineralny	Organiczny		razem
				nieroz- puszczalny w TCA	rozpusz- czalny w TCA	
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,75	4,82	2,51	0,42	2,93
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,92	5,19	2,05	0,68	2,73
$N_{480}P_{280}K_{360}$	I	8,64	5,42	2,23	0,99	3,22
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,40	5,70	1,84	0,86	2,70
+ mikroelementy						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,12	4,68	1,91	0,53	2,44
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,16	4,57	2,02	0,57	2,59
$N_{480}P_{280}K_{360}$	II	7,87	5,17	2,01	0,69	2,70
$N_{480}P_{280}K_{360}$		7,82	5,02	2,04	0,76	2,80
+ mikroelementy						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,58	4,80	2,09	0,69	2,78
$N_{240}P_{140}K_{180}$		7,62	4,82	2,26	0,54	2,80
$N_{480}P_{280}K_{360}$	III	7,32	4,69	2,16	0,47	2,63
$N_{480}P_{280}K_{360}$		7,19	4,91	2,00	0,28	2,28
+ mikroelementy						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		8,99	5,87	2,88	0,24	3,12
$N_{240}P_{140}K_{180}$		8,81	5,76	2,84	0,21	3,05
$N_{480}P_{280}K_{360}$	IV	8,78	6,55	1,75	0,48	2,23
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,17	5,93	1,83	0,41	2,24
+ mikroelementy						
$N_{120}P_{70}K_{60}$		8,21	5,13	2,60	0,48	3,08
$N_{240}P_{140}K_{180}$		9,58	6,31	2,69	0,58	3,27
$N_{480}P_{280}K_{360}$	V	9,42	5,93	3,02	0,47	3,49
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,89	5,63	2,71	0,55	3,26
+ mikroelementy						
Przeciętna zawartość form fosforu w runi						
$N_{120}P_{70}K_{90}$		7,93	5,06	2,40	0,47	2,87
$N_{240}P_{140}K_{180}$		8,22	5,33	2,37	0,52	2,89
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,40	5,55	2,23	0,62	2,85
$N_{480}P_{280}K_{360}$		8,09	5,44	2,08	0,57	2,65
+ mikroelementy						

należy stwierdzić, że wzrastające nawożenie mineralne spowodowało zwiększenie koncentracji fosforu, a jedynie pod wpływem zastosowania mikroskładników nastąpiło niewielkie zmniejszenie zawartości fosforu. Nawożenie mineralne zwiększyło zarówno koncentrację fosforanów mineralnych jak również udział ich w stosunku do fosforu ogółem. Podobnie reagował na nawożenie fosfor organiczny, rozpuszczalny w TCA. Na tomiast pod wpływem nawożenia nastąpiło obniżenie koncentracji fosforu fosfolipido-nukleoproteidowego.

Plony fosforu i jego form uzyskane w latach 1970-1972 z 1 ha przedstawiono graficznie na rysunku 1. Zwiększenie nawożenia mineralnego NPK spowodowało w ciągu badanego okresu wzrost plonów fosforu. Najwięcej tego składnika pobrała ruń pastwiskowa w 1972 r., a najmniej w 1971 roku. Rok 1970 był pod tym względem pośredni. Podczas sezonu wegetacyjnego w 1970 i 1972 r. najwięcej fosforu pobrały rośliny w pierwszym odroście, natomiast w 1971 r. brak było tej prawidłowości. Dodatek mikroelementów zastosowany na kwaterach nawożonych 1120 kg NPK/ha zwiększył plon fosforu w ciągu całego okresu badań. W 1970 r. pod wpływem nawożenia zwiększył się plon wszystkich form fosforu, a zwłaszcza mineralnych fosforanów i estrów fosforanowych. Pomimo mniejszego pobrania tego pierwiastka w 1971 r. plon fosforu fosfolipido-nukleoproteidowego kształtował się na poziomie jak w roku poprzednim. Natomiast największą część plonów fosforu w 1972 r. stanowiły mineralne fosforany. Nawożenie zwiększyło plon estrów fosforanowych, zaś fosfor fosfolipido-nukleoproteidowy nie ulegał zmianom.

Tabela 4

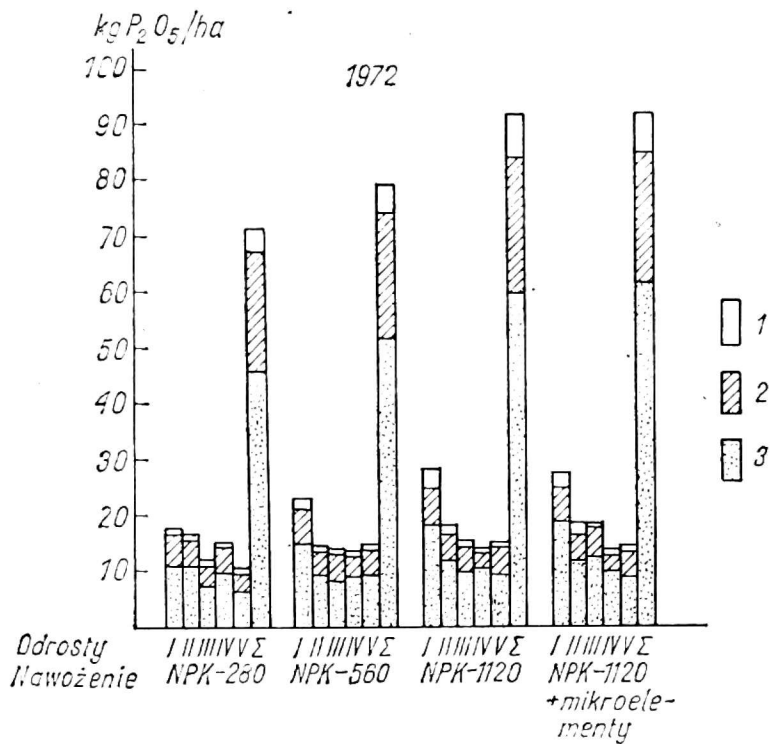
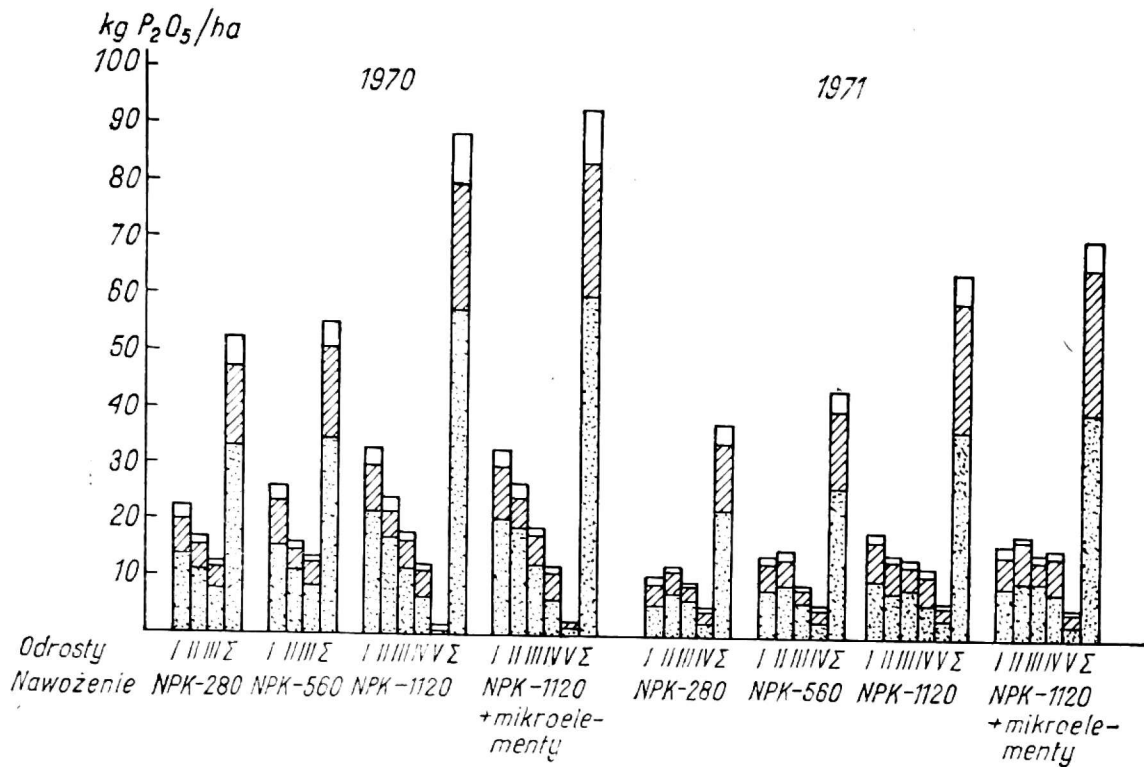
Zawartość fosforu przyswajalnego w glebach w mg  $P_2O_5$ /100 g

Nawożenie	1970	1971	1972
$N_{120}P_{70}K_{90}$	7,8	10,3	12,9
$N_{240}P_{140}K_{180}$	16,4	16,3	21,7
$N_{480}P_{280}K_{360}$	14,4	19,2	18,3
$N_{480}P_{280}K_{360}$ + mikroelementy	7,3	12,3	15,7

Zastosowanie intensywnego nawożenia mineralnego spowodowało również zmiany zasobności gleb w przyswajalny fosfor (tab. 4). W ciągu trzech lat badań pod wpływem nawożenia wzrosła zawartość przyswajalnego fosforu w glebie wszystkich kombinacji.

#### DYSKUSJA

Zawartość fosforu w runi pastwiskowej w ciągu całego cyklu badawczego była dość wysoka. Zastosowanie wysokiego nawożenia mineralnego zwiększyło zawartość fosforu w runi, co znalazło szerokie potwierdzenie w literaturze [1, 12, 23]. Koncentracja tego składnika w dużej mierze zależała od warunków wilgotnościowych, na co zwrócili uwagę również inni autorzy [12, 16, 17]. Najzasobniejsza w fosfor była przeważnie ruń pastwiskowa z pierwszego odrostu, a następnie poziom tego składnika malał. Podobne wyniki uzyskali również Doboszyński [6], Nowak [18, 19]



Rys. 1. Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość w plonie niektórych form fosforu w latach 1970-1972: 1 — P organiczny, rozpuszczalny w TCA, 2 — P organiczny, nierozpuszczalny w TCA, 3 — P mineralny

Fig. 1. Effect of intensive mineral fertilization on the content of some phosphorus forms in the yield in the period 1970-1972



i Ostrowski [21]. Nawożenie mineralne spowodowało w runi pastwiskowej w największym stopniu wzrost zawartości fosforanów, w nieco mniejszym tempie wzrastał fosfor fosfolipido-nukleoproteidowy, z wyjątkiem 1972 r., kiedy to w roślinach nastąpiło obniżenie zawartości fosfolipidów i nukleoproteidów, natomiast zawartość fosforu organicznego rozpuszczalnego w TCA nie uległa większym zmianom. Wyniki badań wielu autorów [3, 10, 11, 14, 26, 27, 28] wskazały również, że pod wpływem wzrastającego nawożenia NPK w największym stopniu wzrasta zawartość mineralnych fosforanów. Wzrost ten może być dość znaczny, bo nawet 20-krotny [10], a niekiedy proporcjonalny do koncentracji fosforu w glebie [14]. Zawartość organicznych związków fosforu pod wpływem nawożenia NPK w badaniach Boroniny [3] nie ulegała zmianie, natomiast według analiz innych autorów [10, 11, 26, 28] wzrastała. Znaczny wpływ na zawartość form fosforu miał również przebieg warunków klimatycznych. W latach obfitych w opady atmosferyczne (1970 i 1972), gdy koncentracja fosforu w suchej masie runi była dość duża, rośliny w mniejszym stopniu przetwarzają go w związki organiczne i intensywniej gromadziły w postaci mineralnych fosforanów. Natomiast w roku 1971 o małej ilości opadów silniej akumulowały ten składnik w związkach organicznych, zwłaszcza fosfolipidach i nukleoproteidach. Podobną zależność stwierdziła również Boronina [3]. Wykazała ona, że przy wysokim zaopatrzeniu roślin w fosfor proces syntezy organicznych związków fosforu zostaje nieco zahamowany i następuje nagromadzenie fosforu w postaci mineralnych ortofosforanów.

#### WNIOSKI

1. Zastosowanie na pastwisku intensywnego nawożenia mineralnego NPK zwiększyło w roślinach zawartość fosforu ogółem. Najbogatsza w fosfor była run zebra na początku i na końcu sezonu wegetacyjnego.

2. Mikroelementy nie wpłynęły w większym stopniu na zawartość fosforu ogółem oraz jego form w roślinach.

3. Intensywne nawożenie mineralne zwiększyło na ogół koncentrację mineralnych fosforanów i organicznych związków fosforu nie rozpuszczalnych w TCA, zaś zawartość organicznych związków fosforu rozpuszczalnych w TCA nie uległa większym zmianom.

4. Procentowy udział form fosforu w stosunku do zawartości ogółem zależał od nawożenia i warunków klimatycznych. W lata obfite w opady atmosferyczne (1970 i 1972) udział fosforanów zwiększał się, natomiast organicznych związków fosforu nierozpuszczalnych w TCA malał.

5. Zawartość organicznych związków fosforu nierozpuszczalnych w

TCA, jak również procentowy udział ich w stosunku do fosforu ogółem były największe w młodej runi pastwiskowej.

6. Intensywne nawożenie mineralne oraz mikroelementy zwiększyły pobranie fosforu przez run pastwiskową.

#### LITERATURA

1. Andrejew N. G., Gumanjuk A. A., Afanasjew R. A.: Opyt efektiwnogo udobrenija orosajemnych pastbiszcz, Dokł. Wses, Akad. Siel.-Choz. Nauk. 3, 1971.
2. Awdiejew J. S.: Wliajanije udobrenij na sostaw fosfornych sojedinenij w siel-skochozjajstwiennych rastieniach, Agrochimja, 12, 1971.
3. Boronina J. J.: Wlijanije form fosfornych udobrenij i urowniej pitanija na priewraszczenije fosfornych sojedinenij w rastieniach, Agrochimja, 7, 1970.
4. Cope F., Hunter G.: Współdziałanie między azotem i fosforem w rolnictwie. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 84, 1968.
5. Doboszyński L.: Współzależność w działaniu nawozów mineralnych na łąkach, Zesz. probl. Post. Nauk rol., 84, 1968.
6. Doboszyński L.: Wpływ wysokości dawki nawozów azotowych na zawartość makro- i mikroskładników w sianie z łąk torfowych. Materiały seminaryjne nr 10, IMUZ Falenty, 1973.
7. Domnicz A.: Wpływ magnezu na gospodarke fosforową roślin. Acta Agraria et Silvestria, 1, 1961.
8. Gartz J.: Zur Kenntnis der Phosphorernährung der Luzerne, Z. Pflanzener-nähr., Düng., Bodenk., 79, 1957.
9. Graham D. R.: Cattle hay and soil. Relationships between cattle nutrition hay quality and soil fertility. Bull. Montana agricult. Exper. Stat., 632, 1970.
10. Jakowlewa W. W., Sobaczkina L. N.: Wlijanije molibdena na fosfornyj obmien cwietnoj kapusty. Agrochimja, 8, 1968.
11. Karcewa Ł. N.: Dynamika fosfornych sojedinenij w rastienij owsa w zawisi-mosti od usłowij pitanija. Agrochimja, 10, 1965.
12. Klapp E.: Łąki i pastwiska, PWRiL, Warszawa 1962.
13. Koczetawkin A. W.: Wlijanije kalija na fosfornoje pitanije rastienij (Sbornik: Wlijanije swojstw poczwy i udobrenij na kaczestwo rastienij). Moskwa, 1972.
14. Korczewski M., Majewski F.: Wpływ wysokich dawek kwasu fosforowego na plon owsa. Roczn. Nauk rol. i leśn. 22, 1929.
15. Koter M., Krauze A.: Wpływ intensywnego nawożenia użytków zielonych na plonowanie i wartość pokarmową roślin. Cz. I. Wpływ nawożenia pastwiska na plonowanie i wykorzystanie azotu. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 210, 1978.
16. Kutera J., Rusak S.: Plonowanie pastwiska deszczowanego wodami ściekowymi. Wiad. IMUZ, 7, 1968.
17. Lidtke W.: Wpływ dopełniającego nawożenia mineralnego na plony i wartość paszową mieszanek łąkowych nawadnianych wodą ściekową. Roczn. Nauk rol., ser. F, 76, 2, 1965.
18. Nowak M.: Wpływ intensywnego nawożenia azotowego na zawartość niektó-rych składników mineralnych w sianach. Wiad. melior. łąk, 11, 1971.
19. Nowak M.: Intensywne nawożenie pastwisk azotem na podstawie 10-letniego doświadczenia na Łąkach Jakrotowskich. Materiały seminaryjne nr 10, IMUZ Falenty, 1973.

20. Nowosielski O.: Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa, 1968.
21. Ostrowski R.: Wpływ nawożenia magnezem, sodem i wapniem na plonowanie pastwiska i zawartość niektórych składników w runi. Roczn. Nauk rol., ser. F, 78, 4, 1974.
22. Panak H., Nowak G.: Wpływ magnezu, potasu i różnych form azotu na metabolizm fosforu w kupkowiec pospolitej. Prace Nauk. Akad. Ekon. we Wrocławiu, 91, 113, 1976.
23. Rudenko E. W., Pogorzelskaja L. B.: Wlijanije razlicznych doz kalijno fosfornych udobrenij na pastbiszczuju produktiwnost lisochwosta ługowego. Melior. i ispolz. osuszc. zemel, 15, 1970.
24. Seidler S.: Wartość pokarmowa siana doliny Wisły na odcinku od Krakowa do Warszawy. Roczn. Nauk rol., ser. F 76, 1, 1964.
25. Struszyński M.: Analiza ilościowa i techniczna. PWN, Warszawa 1952.
26. Udowienko G. W., Bezludnyj N. N.: Wlijanije urownia fosfatnego pitania na fosfornej obmieni i sintez białka w rastienjach. Agrochimja, 10, 1965.
27. Wollejt L. P., Kuźniecowa S. S.: Postuplenie i ispolzowanie fosfora w obmieni wieszczestw rastienij ozimój pszenicy w zawisimosti ot urownia azotno-fosfornego pitania. Agrochimja, 9, 1971.
28. Wollejt L. P.: Fosfornej obmieni w organach ozimój pszenicy w zawisimosti ot urownia azotno-fosfornego pitania. Sielskochoz. biologia, 7, 1972.

Г. Новак

### ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО УДОБРЕНИЯ ТРАВЯНЫХ УГОДИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ФОСФОРА В ТРАВСТОЕ ИНТЕНСИВНО УДОБРЯЕМОГО  
ПАСТБИЩА

Резюме

В трехлетнем производственном опыте исследовали влияние интенсивного минерального удобрения пастбища на содержание форм фосфора в травостое (по Котеру и Краузе — 15):

$N_{120}P_{70}K_{90}$

$N_{240}P_{140}K_{180}$

$N_{480}P_{280}K_{360}$

$N_{480}P_{280}K_{360} + Mg, B, Mn, Cu, Zn, Co.$

Интенсивное удобрение повышало содержание общего фосфора в пастбищном травостое. Повышалась, в общем, концентрация минеральных фосфоров и органических соединений фосфора нерастворимых в ТСА, в то время как содержание органических соединений фосфора растворимых в ТСА не изменялось в более сильной степени. Процентное участие форм фосфора по отношению к содержанию общего фосфора было обусловлено удобрением и климатическими факторами. В годы с обильным количеством атмосферных осадков (1970 и 1972 гг.) участие фосфатов повышалось, а снижалось содержание органических соединений фосфора нерастворимых в ТСА. Содержание органических соединений фосфора нерастворимых в ТСА, а также их процентное участие по отношению к общему фосфору были самыми высокими в молодом пастбищном травостое. Микроэлементы не оказывали более сильного влияния на содержание общего фосфора и его отдельных форм в растениях.

*G. Nowak*

INFLUENCE OF INTENSIVE FERTILIZATION OF GRASSLANDS  
ON YIELDING AND FODDER VALUE OF PLANTS

THE CONTENT OF VARIOUS PHOSPHORUS FORMS IN THE SWARD OF AN  
INTENSIVELY FERTILIZED PASTURE

Summary

In a three-year production experiment the effect of intensive mineral fertilization applied on a pasture on the content of various phosphorus forms in the sward was studied. The following fertilization was applied (after Koter and Krauze — 15):

$N_{120}P_{70}K_{90}$

$N_{240}P_{140}K_{180}$

$N_{480}P_{280}K_{360}$

$N_{480}P_{280}K_{360} + Mg, B, Mn, Cu, Zn \text{ and } Co.$

The intensive fertilization increased the total phosphorus content in the pasture sward. On the whole, the concentration of mineral phosphates and of organic phosphorus compounds insoluble in TCA increased, while the content of organic phosphorus compounds soluble in TCA did not undergo any considerable changes. The percentage of particular phosphorus forms in relation to the total phosphorus content depended on fertilization and climatic conditions. In the years with abundant atmospheric precipitations (1970 and 1972) the percentage of phosphates increased, while decreased the content of organic phosphorus compounds insoluble in TCA. The content of organic phosphorus forms insoluble in TCA and their percentage in relation to the total phosphorus content were the highest in the young pasture sward. Trace elements did not affect significantly the content of total phosphorus and its particular forms in plants.