

JÓZEF GORALSKI, JOLANTA BUDZISZEWSKA

DZIAŁANIE MĄCZKI FOSFORYTOWEJ KINGISEPP W ŚWIETLE BADAŃ LABORATORYJNYCH I WEGETACYJNYCH

Katedra Chemii Rolniczej SGGW

WSTĘP

Perspektywiczny plan rozwoju krajowego przemysłu nawozów fosforowych przewiduje, że rolnictwo będzie otrzymywać pewne ilości nawozów fosforowych w postaci mączek fosforytowych, wykazujących, jak wiadomo, wolniejsze działanie.

Wartość nawozowa mączek fosforytowych była przedmiotem badań przeprowadzonych już przed kilkadziesiąt laty. Wymienić tu należy fundamentalne prace Prjanisznikowa, który na tle wyników swoich badań wysunął nawet oryginalną koncepcję nawożenia wolno działającymi mączkami fosforytowymi o względnie dużej wartości nawozowej. W Polsce Vorbrodt prowadził rozległe badania nad możliwością wykorzystania krajowych fosforytów dla celów nawozowych. Po wojnie podjęto u nas na nowo te badania [4, 14, 15, 16, 17, 18, 18].

Na ogół przyjmuje się, że tak zwane miękkie, a więc niekrystaliczne fosforyty, zwykle o niedużej ogólnej zawartości fosforu, mogą być używane do celów nawozowych po odpowiednim rozdrobnieniu w określonej wilgotności i przy odpowiednim odczynie gleby. Uważa się natomiast, że fosforyty krystaliczne są do celów nawozowych mało przydatne nawet po bardzo dokładnym zmieleniu.

W ostatnich latach zaczęto ponownie interesować się możliwością wykorzystania mączek fosforytowych nawet w krajach, w których ta forma nawozów fosforowych była mało stosowana. Chodzi tu głównie o Wielką Brytanię, Szwajcarię, Niemcy i USA [1, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 13]. Uważano bo-

wiem częstokroć, że jeśli dzięki długoletniemu intensywnemu nawożeniu uzyskano wyraźne zwiększenie zasobności w przyswajalne formy fosforu, to dla utrzymania takiego stanu zasobności może wystarczyć zasilanie gleby fosforem w formie mniej rozpuszczalnej. Uważa się, że tego rodzaju nawozy, nie wymagające chemicznej przeróbki, są tańsze i mogą być przydatne na glebach wilgotniejszych, szczególnie pod trwałe użytki zielone. Byłoby to w pewnym sensie nawiązaniem do koncepcji Prjanisznikowa.

W 1965 r. podjęto z inicjatywy Ministerstwa Rolnictwa badania nad możliwością wykorzystania dla celów nawozowych mączki fosforytowej z Kingisepp (ZSRR).

T a b e l a 1

Analiza chemiczna mączki fosforytowej z Kingisepp według prof. Schroedera
Chemical analysis of phosphate meal Kingisepp after Schroeder

Składnik - Contents	Fracja - Fraction			Próbka pierwotna Initial sample
	I	II	III	
SiO ₂	14,45	16,57	23,60	18,12
P ₂ O ₅ całkowity - total	29,68	29,54	23,65	27,51
CaO	43,00	42,30	35,74	40,15
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,76	0,07	1,10	1,02
CO ₂	1,99	6,50	4,04	3,30
F	1,75	1,69	1,59	1,68
Na ₂ O higrosk. - hygroscopic	0,34	0,42	0,33	0,36
MgO	1,35	1,50	2,20	1,72
Części organiczne Organic particles	5,64	2,03	4,58	4,87

Wstępna ekspertyza tego nawozu, przeprowadzona przez prof. J. Schroedera z Katedry Technologii Nieorganicznej Politechniki Wrocławskiej, wykazała, że 89% mączki Kingisepp przechodzi przez sita o 1600 oczkach na 1 cm², 42,4% przez sita o 4900 oczkach, a 35,5% przez sita o 10 000 oczek na 1 cm². Zawartość P₂O₅ była tym mniejsza, im mniejsze były średnice ziarn, natomiast rosła zawartość krzemionki. Stwierdzono również na podstawie badań wykonanych metodą Hofmanna [10], że mączkę fosforytową Kingisepp należy zaliczyć do tzw. fosforytów „twardych”, a więc nie nadających się do bezpośredniego zastosowania jako nawozu (tab. 1). Odczyn zawiesiny wodnej mączki Kingisepp wg oznaczenia wykonanego przez nas wynosił 8,2.

BADANIA WŁASNE

W celu uzyskania wstępnej informacji co do wartości nawozowej mączki fosforytowej Kingisepp przeprowadzono badania laboratoryjne. Odpowiednią partię mączki fosforytowej otrzymano z oddziału IUNG w Bydgoszczy.

Ogólna zawartość fosforu wynosiła 30,17% P_2O_5 . Oznaczenia fosforu rozpuszczalnego wykonano w próbkach przed i po przesianiu przez sita o oczkach 0,125 bądź 0,06 mm (2000 i 10 000 oczek na 1 cm^2).

Badania przeprowadzono w myśl propozycji Hofmanna i Magera [10], którzy dla odróżnienia fosforytów twardych od miękkich ustalają rozpuszczalność zawartego w nich fosforu nie tylko w 2-procentowym kwasie cytrynowym, lecz także w 2-procentowym kwasie mrówkowym i to przy stosunku 5 g fosforytu i 500 ml odpowiedniego kwasu. W fosforytach miękkich rozpuszcza się w 2-procentowym kwasie cytrynowym od 20 do 40%, a w 2-procentowym kwasie mrówkowym — 50—70% ogólnej zawartości fosforu. W fosforytach twardych w każdym z wymienionych odczynników rozpuszcza się ok. 25% ogólnej zawartości fosforu.

W naszych badaniach uzyskano następujące wyniki rozpuszczalności fosforu:

	2-procentowy kwas cytrynowy 1 : 100	2-procentowy kwas mrówkowy	
	% P_2O_5	1 : 100	1 : 500
		% P_2O_5	
próbka nie przesiana	4,55	4,66	10,27
przesiew przez sita o 2000 oczek	5,16	4,88	11,08
przesiew przez sita o 10 000 oczek	5,66	4,66	14,72

Jak widać, stopień rozdrobnienia wpłynął tylko nieznacznie na rozpuszczalność fosforytu zawartego w mączce. Ponieważ fosforyt Kingisepp nie wykazał większej rozpuszczalności w kwasie mrówkowym niż w kwasie cytrynowym, a ponadto rozpuściło się tylko ok. 16% ilości ogólnego fosforu (przy stosunku 1 : 100) należałoby w świetle badań Hofmanna i Magera uznać mączkę fosforytową Kingisepp za produkt dość twardy.

Dla porównania podajemy, że mączka fosforytowa Annofos zawierała 8,5% P_2O_5 rozpuszczalnego w 2-procentowym kwasie cytrynowym oraz 10,5% P_2O_5 rozpuszczalnego w 2-procentowym kwasie mrówkowym, co stanowiło 52,8 bądź 65,0% w stosunku do zawartości fosforu ogółem.

Po uzyskaniu wyników analitycznych założono krótkotrwałe doświadczenie wegetacyjne metodą Neubauera z żytem (każda kombinacja nawozowa została założona w 4 powtórzeniach).

Do szalek Neubauera dodano po 1 kg piasku kwarcowego z Tomaszowa Mazowieckiego. Jako nawożenie podstawowe dano na 1 kg piasku

25 mg N i 25 mg K_2O w postaci azotanu amonu i siarczanu potasu. Fosfor w ilości 100 bądź 200 mg P_2O_5 dodano w postaci mączki fosforytowej Kingisepp. Dla porównania zastosowano takie same ilości fosforu w postaci fosforanu dwuwapniowego chemicznie czystego w postaci soli, mającej, jak wiadomo, odczyn obojętny. W sześć dni po wysiewie żyta (100 ziarn na szalkę) dano dodatkowo w roztworze te same ilości azotanu amonu i siarczanu potasu. W piasku utrzymano początkowo 60% pełnego nasycenia wodą, a po tygodniu 70%.

Żyto wysiano 13 lutego, a zebrano 9 marca 1965 r., a więc po 24 dniach. Wyniki przedstawiono w tab. 2. Doświadczenia wegetacyjne z żytem przeprowadzono metodą Neubauera.

T a b e l a 2

Doświadczenie wegetacyjne z żytem przeprowadzone metodą Neubauera
Greenhouse experiments with oat, using Neubauer's method

Kombinacja nawozowa Fertilizer treatment	Średni plon s. masy części nadz. Mean crop of oven-dry green matter mg	Zawartość Contents P_2O_5 %	Plon Crop P_2O_5 mg	Wykorzystanie P_2O_5 z nawozu P_2O_5 utilization %
Bez fosforu - No phosphorus	1312	0,88	11,6	-
100 mg P_2O_5 Mączka Kingisepp - Kingisepp rock phosphate	1245	1,01	12,6	1,04
100 mg P_2O_5 Fosforan dwuwapn. - Dicalcium phosphate	1258	2,30	28,9	17,30
200 mg P_2O_5 Mączka Kingisepp - Kingisepp rock phosphate	1330	0,98	13,1	0,75
200 mg P_2O_5 Fosforan dwuwapn. - Dicalcium phosphate	1284	2,44	31,4	9,90

W tak krótkotrwałym doświadczeniu dodanie fosforu nie wpłynęło na podwyższenie plonu. Natomiast pobranie fosforu z fosforanu dwuwapniowego było znacznie większe niż z mączki fosforytowej Kingisepp, co znalazło swój wyraz w wykorzystaniu fosforu z nawozu. Przy stosunku N : P_2O_5 : K_2O jak 1 : 2 : 1 czy nawet 1 : 4 : 1 mączka Kingisepp mogłaby stanowić stosunkowo obfite źródło fosforu. Mimo to z mączki Kingisepp rośliny pobrały bardzo małe ilości fosforu.

Dalsze badania obejmowały doświadczenia wegetacyjne wazonowe z rajgrasem włoskim i owsem. Doświadczenia te przeprowadzono wg schematu zaproponowanego przez prof. dr K. Boratyńskiego z WSR Wrocław, przewodniczącego Komisji d.s. Gospodarki Nawozowej Rady Naukowo-Technicznej przy Ministrze Rolnictwa.

Gleba użyta do doświadczenia zawierała 15% części spławialnych, w tym 6% cząstek poniżej 0,002 mm, pH_{KCl} — 4,75, pH_{H_2O} — 5,50. Za-

wartość przyswajalnego fosforu, ustalona wg metody Egnera—Riehma, wynosiła 1 mg na 100 g gleby, fosforu ogółem — 0,041%. Doświadczenie przeprowadzono w wazonach typu Wagnera o pojemności 8 kg gleby.

Pod rajgras dano 1,0 bądź 2,0 g P_2O_5 stosując dwa rodzaje mączki fosforytowej Kingisepp: drobno zmieloną (100% produktu przechodziło przez sita o 10 000 oczek na 1 cm^2) i grubo zmieloną (100% produktu przechodziło przez sita o 1600 oczkach na 1 cm^2). W celu porównania stosowano mączkę krajową Annofos oraz supertomasynę o przemiele odpowiadającym normom dla tego rodzaju nawozów.

T a b e l a 3

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (1 zbiór)
Pot experiments with Italian ryegrass (1. cut)

Kombincje - Treatment	Plon P. s. m. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzysta- nie P_2O_5 Utiliza- tion %
		P_2O_5	N	K_2O	CaO	Na_2O	
1. NK	2,54	0,33	5,23	4,14	0,71	0,49	
2. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse-ground	6,97	0,26	5,47	2,51	0,56	0,08	0,93
3. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	9,05	0,43	4,99	2,66	0,76	0,11	2,88
4. NK + 1 g P_2O_5 - Annofos	11,44	0,59	4,99	2,31	0,63	0,31	5,51
5. NK + 1 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	15,40	0,84	4,05	2,62	0,71	0,49	11,46
6. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	9,44	0,45	4,91	6,49	1,05	0,04	1,62
7. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	9,04	0,45	5,13	6,60	1,00	0,03	1,53
8. NK + 2 g P_2O_5 - Annofos	12,72	0,57	4,58	5,87	1,10	0,35	3,06
9. NK + 2 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	14,15	1,18	4,17	5,65	0,85	0,54	7,50
μt p 0,05	1,97						
p 0,01	2,66						

Nawozy fosforowe zmieszano z całością gleby w wazonie. Następnie dano na wazon 1,0 g N w postaci NH_4NO_3 , 1,5 g K_2O jako KCl oraz 0,5 g MgO jako $MgSO_4$. Nawozy te dano w formie roztworu po uprzednim wymieszaniu nawozów fosforowych z glebą.

Po każdorazowym zbiorze (zebrano w ciągu roku 6 cięć) dodawano po 0,7 g N, 0,7 g K₂O, a po drugim zbiorze także 0,5 g MgO.

Rajgras wysiano 27 kwietnia 1965. Kolejnych zbiorów dokonano 10.VI, 10.VII, 2.VIII, 31.VIII, 30.IX i 6.XI.

Schemat doświadczenia, plony i zawartość podstawowych składników pokarmowych pierwszego zbioru rajgrasu przedstawiono w tab. 3.

Tabela 4

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (2 zbiór)
Pot experiments with Italian ryegrass (2. cut)

Kombinacje - Treatment	Plon P.S.M. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzystanie P ₂ O ₅ Utilization %
		P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	
1. NK	8,77	0,27	4,54	5,99	1,09	0,03	
2. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	20,19	0,36	3,37	4,29	1,09	0,09	4,52
3. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	19,99	0,34	3,17	3,97	1,25	0,09	4,08
4. NK + 1 g P ₂ O ₅ Annofos	20,90	0,38	2,69	2,79	1,19	0,13	5,03
5. NK + 1 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	23,14	0,58	2,47	2,31	1,12	0,48	9,83
6. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	19,44	0,36	2,87	3,59	1,10	0,11	2,10
7. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	19,86	0,42	3,18	4,16	1,28	0,11	2,61
8. NK + 2 g P ₂ O ₅ Annofos	21,32	0,47	2,56	2,96	1,42	0,18	3,43
9. NK + 2 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	24,17	0,99	2,45	2,86	1,04	0,43	9,25
μt p 0,05	1,21						
p 0,01	1,63						

Nawożenie fosforem podniosło wyraźnie plony, przy czym podwójna dawka (2 g P₂O₅) spowodowała dalszą wyżkę plonu jedynie w kombinacji „Kingisepp grubo zmielony”. Jeśli chodzi o formy fosforu, to najlepsze działanie wykazała supertomasyna, wyraźnie słabsze mączka fosforytowa Annofos, a najslabsze Kingisepp grubo zmielony na dawce mniejszej (1 g P₂O₅).

Procentowa zawartość fosforu w materiale roślinnym była różna, wy-

nosiła bowiem od 0,26% P_2O_5 (1 g P_2O_5 w Kingisepp grubo zmielonym do 1,18% P_2O_5 (2 g P_2O_5 w supertomasynie).

Podwójna dawka supertomasyny nie zwiększyła plonu, natomiast podniosła się wyraźnie zawartość fosforu w stosunku do kombinacji, w której zastosowano 1 g P_2O_5 .

T a b e l a 5

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (3 zbiór)
Pot experiments with Italian ryegrass (3. cut)

Kominacje - Treatment	Plon P.S.M. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzysta- nie P_2O_5 Utiliza- tion %
		P_2O_5	N	K_2O	CaO	Na_2O	
1. NK	9,12	0,26	3,90	5,27	1,09	0,04	
2. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	14,09	0,33	3,94	2,16	1,26	0,33	2,05
3. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	13,80	0,33	3,84	1,99	1,26	0,33	1,98
4. NK + 1 g P_2O_5 Annofos	15,54	0,41	3,37	1,59	1,26	0,38	3,62
5. NK + 1 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	18,56	0,51	4,06	1,16	1,10	0,53	6,40
6. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	13,80	0,41	3,12	1,83	1,42	0,41	1,49
7. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	14,30	0,39	3,48	2,73	1,42	0,41	1,46
8. NK + 2 g P_2O_5 Annofos	16,96	0,44	2,94	1,43	0,99	0,44	2,31
9. NK + 2 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	21,85	0,93	4,63	1,10	0,66	0,63	8,13
μt p 0,05	0,82						
p 0,01	1,11						

Zawartość azotu była bardzo wysoka, to samo dotyczy zawartości potasu, jednakże tylko w serii, w której stosowano 2 g P_2O_5 na wazon. Duże wahania zaznaczyły się w zawartości sodu (od 0,04 do 0,54% Na_2O), przy czym największą zawartość wykazywał materiał roślinny z kombinacji nawożonych supertomasyną. Zawartość sodu w roślinie jest bardzo zmienna [2], a wysoka zawartość w rajgrasie nawożonym supertomasyną jest zrozumiała z uwagi na dużą zawartość sodu w tym nawozie (ok. 12,2% Na_2O).

Wykorzystanie fosforu wahało się w granicach od 0,93% wprowadzonej ilości fosforu dla kombinacji „1 g P₂O₅ Kingisepp grubo zmielony”, do 11,46% dla kombinacji „1 g P₂O₅ supertomasyna”. Ten sposób obliczania wykorzystania fosforu nawozowego przez rośliny z różnicy między plonem fosforu na kombinacji z fosforem a plonem z kombinacji bez fosforu nie jest jednak ścisły, jak to wykazały badania przeprowadzone za pomocą metody izotopowej [8]. Wykorzystanie fosforu z nawozu może być bowiem większe lub mniejsze, w zależności, między innymi, od odczynu gleby.

T a b e l a 6

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (4 zbiór)
Pot experiments with Italian ryegrass (4. cut)

Kominacje - Treatment	Plon p.s.m. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzystanie P ₂ O ₅ Utilization %
		P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	
1. NK	6,02	0,27	5,39	5,59	1,36	0,14	
2. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	9,03	0,39	4,93	2,10	1,62	0,67	1,76
3. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	8,26	0,41	5,00	1,93	1,61	0,64	1,65
4. NK + 1 g P ₂ O ₅ Annofos	9,71	0,46	4,95	1,41	1,63	0,66	2,62
5. NK + 1 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	12,00	0,50	4,57	0,98	1,57	1,08	4,04
6. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	8,81	0,47	5,03	1,62	1,62	0,72	1,17
7. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	8,86	0,45	4,99	1,59	1,42	0,71	1,07
8. NK + 2 g P ₂ O ₅ Annofos	11,81	0,53	4,80	1,25	1,52	0,62	2,14
9. NK + 2 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	16,62	0,81	3,80	0,87	1,20	1,48	5,43
μt p 0,05 p 0,01	2,11 2,85						

Plony rajgrasu drugiego zbioru i dane analityczne są podane w tab. 4. Plony suchej masy są we wszystkich kombinacjach wyraźnie większe niż w pierwszym zbiorze. Na mniejszej dawce fosforu (1 g P₂O₅) różnice między obu formami mączki Kingisepp a mączką Annofos są nieistotne,

jedynie supertomasyna wykazała lepsze działanie, choć różnica wynosi tylko ok. 15% w stosunku do obu mączek fosforytowych. Na wyższej dawce fosforu (2 g P_2O_5) mączka fosforytowa Annofos wykazała nieco lepsze działanie niż mączka Kingisepp, jeszcze lepsze — supertomasyna. Różnice w zawartości fosforu w materiale roślinnym są w drugim zbiorze wyraźnie mniejsze niż w pierwszym, jedynie zawartość procentowa fosforu w rajgrasie przy dawce 2 g P_2O_5 w postaci supertomasyny jest w dalszym ciągu wysoka. Plony rajgrasu w drugim zbiorze są zresztą największe spośród wszystkich sześciu zbiorów.

Tabela 7

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (5 zbiorów)
Pot experiments with Italian ryegrass (5. cut)

Kominacje - Treatment	Plon p.s.m. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzysta- nie P_2O_5 Utiliza- tion %
		P_2O_5	N	K_2O	CaO	Na_2O	
1. NK	4,26	0,22	5,44	3,74	1,62	0,18	
2. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	7,25	0,39	5,03	1,12	1,93	0,74	1,72
3. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	6,54	0,37	4,81	1,05	1,93	0,72	1,47
4. NK + 1 g P_2O_5 Annofos	8,22	0,39	4,55	0,75	2,43	0,68	2,05
5. NK + 1 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	9,96	0,41	4,62	0,68	1,99	0,95	2,87
6. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	8,02	0,43	4,65	0,90	2,09	0,70	1,15
7. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	7,63	0,39	4,78	0,87	1,93	0,70	0,94
8. NK + 2 g P_2O_5 Annofos	9,77	0,47	4,50	0,72	2,16	0,66	1,68
9. NK + 2 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	13,54	0,62	4,26	0,55	1,69	1,23	3,41
ut p 0,05 p 0,01	0,98 1,33						

W tabeli 5 przedstawiono plony trzeciego zbioru rajgrasu oraz dane analityczne. Plony są tu już wyraźnie mniejsze niż w drugim zbiorze, a różnice na korzyść mączki fosforytowej Annofos, a tym bardziej na korzyść supertomasyny są istotne. W zawartości fosforu różnice są nieduże,

jeżeli porównać plony rajgrasu na obu mączkach fosforytowych. Jedynie zawartość fosforu na wyższej dawce supertomasyny jest wciąż duża.

Począwszy od czwartego zbioru (tab. 6, 7 i 8) plony obniżają się bardzo wyraźnie, maleje również zawartość fosforu w materiale roślinnym. Zawartość azotu jest do końca bardzo wysoka w wyniku dodawania go po każdym zbiorze. Charakterystyczna jest natomiast szczególnie wysoka zawartość potasu w materiale roślinnym w kombinacji NK, a więc bez nawożenia fosforem. W stosunku do azotu nie zauważa się tego.

T a b e l a 8

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (6 zbiorów)
Pot experiments with Italian ryegrass (6. cut)

Kominacje - Treatment	Plon p.s.m. Yield of air-dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzystanie P ₂ O ₅ Utilization %
		P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	
1. NK	1,70	0,26	5,75	2,64	1,99	0,29	
2. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	2,99	0,37	4,97	1,17	1,73	0,68	0,60
3. NK + 1 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	2,60	0,31	4,90	1,10	1,94	0,65	0,51
4. NK + 1 g P ₂ O ₅ Annofos	3,19	0,39	5,09	1,02	2,26	0,74	0,73
5. NK + 1 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	4,11	0,42	4,81	0,91	1,92	1,13	1,16
6. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	3,17	0,36	4,82	0,98	1,93	0,72	0,32
7. NK + 2 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	2,94	0,36	5,03	0,98	2,34	0,66	0,28
8. NK + 2 g P ₂ O ₅ Annofos	4,16	0,49	4,81	0,84	1,96	0,84	0,72
9. NK + 2 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	5,72	0,55	4,78	0,83	1,75	1,28	1,22
ut p 0,05 p 0,01	0,67 0,90						

W tabeli 9 podajemy łączny plon sześciu zbiorów. Wyższa dawka fosforu (2 g P₂O₅) nie spowodowała istotnie większego plonu w porównaniu z mniejszą na obu formach mączki fosforytowej Kingisepp. Istotnie większe plony na dawce 2 g P₂O₅ uzyskano na mączce fosforytowej Annofos, a jeszcze większe na supertomasynie.

Działanie nawozowe mączki fosforytowej Kingisepp jest nieco słabsze

niż działanie mączki fosforytowej Annofos, i wyraźnie słabsze niż supertomasyny. Różnice nie są jednak zbyt duże na niekorzyść mączki fosforytowej Kingisepp. Wyraźnie większe różnice zaznaczają się natomiast w stopniu wykorzystania fosforu. Jest ono co najmniej trzykrotnie większe dla supertomasyny na dawce 1 g P_2O_5 , a czterokrotnie większe na dawce 2 g P_2O_5 . Tak duże różnice spowodowane są nie tylko plonem suchej masy, ale przede wszystkim tym, że zawartość fosforu w plonach na supertomasynie była zawsze bardzo duża.

T a b e l a 9

Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim (plon łączny z 6 zbiorów)
Pot experiments with Italian ryegrass (total cuts 1-6)

Kombinacje - Treatment	Średni plon z wazonu Mean yield per pot g	Plon w liczbach względnych Relative yield	Wykorzystanie fosforu łącznie z 6 zbiorów Utilization of phosphorus from 6 cutting %
1. NK	32,52	dla 1 g P_2O_5 39,23 " 2 g " 33,85	
2. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	60,22	72,65	11,60
3. NK + 1 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	60,22	72,65	12,59
4. NK + 1 g P_2O_5 Annofos	68,98	83,20	19,56
5. NK + 1 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	82,89	100,00	35,77
6. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	62,68	65,2	7,84
7. NK + 2 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	62,57	65,13	7,92
8. NK + 2 g P_2O_5 Annofos	76,72	79,86	13,39
9. NK + 2 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	96,07	100,00	34,94
μt p 0,05	2,69		
p 0,01	3,63		

DOŚWIADCZENIE WAZONOWE Z OWSEM

Drugie doświadczenie założono z owsem odmiany Przebój II, w którym uwzględniono oba rodzaje mączki fosforytowej Kingisepp, drobno i grubo zmielonej.

Nawozy fosforowe dano w ilości 0,4 oraz 0,8 g P_2O_5 na wazon. Azot

w ilości 0,8 g na wazon w postaci azotanu amonu, potas w ilości 1,5 g K_2O_5 jako KCl i magnez w ilości 0,5 g MgO jako $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ dano przedsięwzięcie. W okresie strzelania w żdźbło dodano jeszcze 0,2 g N w postaci azotanu amonu.

Doświadczenie założono w 7 powtórzeniach. Zbiorów owsa dokonano w fazie początków strzelania w żdźbło (3 wazon z każdej kombinacji), pozostałe w fazie pełnej dojrzałości.

T a b e l a 10

Doświadczenie wazonowe z owsem zebrany w okresie strzelania w żdźbło
Pot experiments with oat harvested in the shooting stage

Kombinacje - Treatment	Plon p.s.m. Yield of air - dry matter g	Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter				Wykorzystanie P_2O_5 Utilization %
		P_2O_5	K_2O	CaO	Na_2O	
1. NK	1,58	0,32	2,61	0,83	0,09	
2. NK + 0,4 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	1,60	0,40	2,62	0,71	0,37	0,35
3. NK + 0,4 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	1,49	0,42	2,64	0,79	0,11	0,27
4. NK + 0,4 g P_2O_5 Annofos	2,05	0,65	4,21	0,73	0,32	1,86
5. NK + 0,4 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	2,77	1,13	2,88	0,67	0,50	6,20
6. NK + 0,8 g P_2O_5 Kingisepp grubo mielony - coarse ground	1,86	0,46	3,44	0,71	0,34	0,40
7. NK + 0,8 g P_2O_5 Kingisepp drobno mielony - fine ground	1,88	0,48	2,88	0,85	0,11	0,44
8. NK + 0,8 g P_2O_5 Annofos	2,43	0,74	2,80	0,66	0,11	1,45
9. NK + 0,8 g P_2O_5 supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	3,26	1,62	2,75	0,76	0,57	5,32

W tabeli 10 podano plony oraz zawartość fosforu, potasu, wapnia i sodu w owsie w fazie początków strzelania w żdźbło. Plony na obu formach mączki fosforytowej Kingisepp nie różnią się od plonów kombinacji bez fosforu, jeśli chodzi o dawkę 0,4 g P_2O_5 , na dawce 0,8 g P_2O_5 są nieznacznie większe. Plony kombinacji, w których źródłem fosforu była mączka fosforytowa Annofos, są większe, a wyraźnie większe plony uzyskano przy nawożeniu supertomasyną. Zawartość fosforu w materiale roślinnym wykazuje znacznie większe zróżnicowanie. Szczególnie dużą zawartość fosforu wykazuje owies na dawce 0,8 g P_2O_5 , bo 1,62%. Toteż

Doświadczenie wazonowe z owsem. Plon ziarna i słomy - Pot experiments with oat. Grain and straw yields

Kombinacje - Treatment	Srednio plon ziarna z wazonu p.s.m. Mean grain yield air-dry matter per pot		Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Srednio plon słomy z wazonu p.s.m. Mean straw yield air-dry matter per pot		Procentowa zawartość w suchej masie Per cent contents in oven-dry matter					Wykorzystanie P ₂ O ₅ Utilization %
	g	liczby względne relative figure	P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	g	liczby względne relative figure	P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	
1. NK	7,32	38/29,4	0,77	2,96	0,55	0,14	0,03	16,45	61,4/51,5	0,11	1,56	3,45	0,77	0,08	
2. NK + 0,4 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	13,31	69	0,65	2,94	0,62	0,13	0,03	15,53	58,06	0,12	1,14	3,77	0,78	0,09	6,90
3. NK + 0,4 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	15,86	82	0,67	3,00	0,61	0,13	0,03	17,04	63,6	0,12	1,02	3,73	0,75	0,08	11,78
4. NK + 0,4 g P ₂ O ₅ Annofos	15,14	78,6	0,69	3,17	0,53	0,13	0,03	20,74	77,4	0,09	0,79	3,57	0,69	0,08	10,97
5. NK + 0,4 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	19,34	100	0,73	2,96	0,61	0,14	0,03	26,79	100	0,06	0,61	3,50	0,81	0,31	18,66
6. NK + 0,8 g P ₂ O ₅ Kingisepp grubo mielony - coarse ground	16,00	64,4	0,73	2,89	0,57	0,17	0,03	19,98	62,7	0,08	0,73	3,78	0,73	0,14	3,00
7. NK + 0,8 g P ₂ O ₅ Kingisepp drobno mielony - fine ground	15,36	61,8	0,66	2,68	0,56	0,14	0,03	21,54	67,6	0,08	0,69	3,65	0,73	0,08	5,03
8. NK + 0,8 g P ₂ O ₅ Annofos	19,39	78	0,64	2,83	0,59	0,14	0,03	27,02	84,9	0,05	0,63	3,90	0,88	0,14	7,23
9. NK + 0,8 g P ₂ O ₅ supertomasyna alkaline sintered rock phosphate "supertomasyna"	24,86	100	0,80	2,76	0,65	0,14	0,03	31,84	100	0,04	0,57	3,22	0,97	0,78	16,21
μt p 0,05 p 0,01	1,81 2,44							2,12 2,86							

wykorzystanie fosforu z supertomasyny jest w tak wczesnej fazie rozwoju już stosunkowo duże.

Plony owsa zebranego w pełni dojrzałości oraz zawartość niektórych składników przedstawiono w tab. 11. Fosfor bez względu na to, w jakiej formie został podany, powiększył wyraźnie plony ziarna, przy czym przy dawce 0,4 g P_2O_5 plony w kombinacji z mączką Kingisepp drobno zmiełoną nie różniły się od plonów na Annofosie. Jedynie na większej dawce fosforu różnice są większe na korzyść mączki Annofos, a tym bardziej na korzyść supertomasyny. Plon słomy wskutek nawożenia fosforem wzrósł w znacznie słabszym stopniu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badania laboratoryjne wykazały, że rozpuszczalność mączki fosforytowej Kingisepp jest bardzo mała i to bez względu na stopień rozdrobnienia przyjęty dla tego rodzaju nawozów. Wstępne badania o charakterze laboratoryjno-wegetacyjnym przeprowadzone na piasku kwarcowym potwierdziły wyniki badań chemicznych co do słabej przyswajalności fosforu w tym nawozie dla roślin.

W doświadczeniach wazonowych na glebie kwaśnej natomiast mączka fosforytowa Kingisepp wykazała niespodziewanie stosunkowo niezłe działanie w porównaniu z mączką fosforytową Annofos, o znanej już wartości nawozowej, a nawet w porównaniu z supertomasyną. Jeżeli rozpatrywać dynamikę kształtowania się plonów, to trzeba stwierdzić, że w pierwszym zbiorze plony na mączce Kingisepp dość znacznie odbiegały od plonów na supertomasynie. W drugim zbiorze zbliżyły się najbardziej do plonów uzyskanych na supertomasynie, a w dalszych plonach stopniowo różnice pogłębiają się na niekorzyść mączki Kingisepp. Ilustrują to poniższe liczby względne, w których plon na supertomasynie przyjęty jest za 100, a plony na mączce Kingisepp drobno zmiełonej wyrażono w procentach plonów na supertomasynie:

Kolejne zbiory	1	2	3	4	5	6
Plony na 1 g P_2O_5	45	86	74	69	66	63
Plony na 2 g P_2O_5	64	82	65	53	56	51

Podobną tendencję wykazało działanie mączki Kingisepp grubo zmiełonej.

Fakt, że w drugim zbiorze plony na mączce Kingisepp zbliżyły się znacznie do plonów uzyskanych na supertomasynie, a w kolejnych zbiorach systematycznie malały w porównaniu z plonami na supertomasynie,

może nasuwać przypuszczenie, że pewna część fosforu w mączce fosforytowej Kingisepp jest stosunkowo łatwo przyswajalna dla roślin. Jeśli uwzględnić sumę wszystkich 6 zbiorów, to plony rajgrasu na dawce 1 g P_2O_5 stanowiły 72,6% plonów uzyskanych na supertomasynie, a na dawce 2 g P_2O_5 — 65,2% plonów na supertomasynie. W porównaniu z plonami na Annofosie osiągnięto odpowiednio 87 i 82%.

Wykorzystanie fosforu z mączki fosforytowej Kingisepp było wyraźnie gorsze niż z mączki Annofos, a tym bardziej z supertomasyny. Większa różnica na niekorzyść Kingisepp tłumaczy się mniejszą zawartością procentową fosforu w plonach.

W doświadczeniu z owsem nawożenie mączką Kingisepp bardzo wyraźnie podniosło plony ziarna, przy czym na niższej dawce (0,4 g P_2O_5 na wazon) plony na mączce Kingisepp drobno zmielonej nie różniły się od plonów uzyskanych na mączce fosforytowej Annofos, wynosiły w porównaniu z supertomasyną 78%. Na wyższej dawce (0,8 g P_2O_5) działanie mączki Kingisepp było stosunkowo słabsze. Plony ziarna wynosiły 64% plonu uzyskanego na supertomasynie, a 80% plonu na mączce Annofos. Stopień rozdrobnienia był na tej dawce bez znaczenia.

O ile nawożenie mączką fosforytową Kingisepp bardzo wyraźnie podwyższyło plon ziarna, to plon słomy na niższej dawce nie wzrósł w ogóle, a dopiero wyższa dawka fosforu spowodowała jego istotny wzrost.

Wykorzystanie fosforu z supertomasyny nie różniło się od stopnia wykorzystania uzyskiwanego zwykle w doświadczeniach, natomiast z mączki Kingisepp było wyraźnie gorsze, chociaż nieznacznie tylko gorsze niż z mączki fosforytowej Annofos, zwłaszcza jeśli chodzi o produkt drobno zmielony.

A n s o r g e [1] badał działanie nawozowe apatytów z Kola na plon — między innymi owsa — i nie stwierdził jego korzystnego działania na plony. Badania laboratoryjne mączki Kingisepp wskazują na to, że produkt ten ma zbliżone własności do apatytów Kola.

Jeśli więc w doświadczeniach wegetacyjnych mączka fosforytowa Kingisepp wykazała względnie niezłe działanie, to nasuwa się wątpliwość, czy można w pełni opierać się na kryteriach oceny wartości nawozowej mączek fosforytowych, proponowanych przez H o f m a n n a i M a g e r a [10].

WNIOSKI

1. W badaniach laboratoryjnych mączka fosforytowa Kingisepp wykazała bardzo mały stopień rozpuszczalności, nie rokuszący choćby względnie odpowiedniego działania nawozowego. Natomiast w doświadczeniach

wazonowych z rajgrasem włoskim (6 zbiorów) uzyskano na tym nawozie plony niewiele mniejsze niż na mączce fosforytowej miękkiej Annofos, znanej ze stosunkowo niezłej wartości nawozowej (87 bądź 82%), a wyraźnie niższe niż na supertomasynie (72,6 bądź 65,2%). Podobnie układały się plony ziarna owsa.

2. Stopień przemiału mączki fosforytowej Kingisepp nie odgrywał, wbrew oczekiwaniu, istotnej roli, jeżeli chodzi o kształtowanie się plonów.

3. W świetle uzyskanych wyników nasuwa się wątpliwość, czy można opierać się przy ocenie wartości nawozowej tego rodzaju mączek fosforytowych jak Kingisepp na kryteriach rozpuszczalności fosforu w 2-procentowym kwasie cytrynowym, a nawet w 2-procentowym kwasie mrówkowym.

LITERATURA

- [1] An s o r g e H.: Untersuchungen über die Phosphorsäureaufnahme aus Kola-Apatit und Hyperphos durch Lupinen und Hafer. A. Thaer-Archiv, t. 10, 1966, 153—166.
- [2] B a u m e i s t e r W.: Die Aschenstoffe. Handbuch der Pflanzenphysiologie, t. 4, s. 16—17, Springer-Verlag Berlin, 1958.
- [3] B l a c k C. A., S c o t t C. O.: Fertilizer evaluation. I. Fundamental Principles. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1956, t. 20, 176—179.
- [4] B o r a t y ń s k i K., T u r y n a Z.: Studia nad nawozami fosforowymi. Wyniki doświadczeń wazonowych z mączką fosforytową krajową i mączką fosforytową marokańską oraz supertomasyną. Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, Rolnictwo 1960, z. 12, 1—38.
- [5] C o o k e G. W.: The value of rock phosphates for direct application. Emp. J. Exper. Agric., t. 24, 1956, 295—306.
- [6] D ö r i n g H.: Untersuchungen über die bessere Düngewirkung des weicherdigen Rohphosphates Hyperphos im Vergleich zum kristallinen Kola-Apatit. Z. Pfl. Ernähr., Düng, Bodenk., t. 83, 1958, 140—148.
- [7] G i s i g e r L., P u l v e r H.: Von den Eigenschaften der Rohphosphate und ihrer Wirkung als Dünger. Agrochimica, t. 3, 1959, 165—189.
- [8] G o r a l s k i J., M o s k a l S.: Badania nad wpływem wapnowania na pobieranie fosforu i wapnia przez koniczynę czerwoną za pomocą P-32 i Ca-45. Rocz. Glebozn., t. 9, 1960, 15—42.
- [9] H o f m a n n E., A m b e r g e r A.: Zur Phosphorsäurewirkung von Rohphosphate in Feldversuchen. Z. Pfl. Ernähr. Düngung, Bodenk., t. 76, 1957, 102—110.
- [10] H o f m a n n E., M a g e r D.: Methodenbuch, t. 2, Die Untersuchung von Düngemitteln, Berlin 1954, s. 26.
- [11] L a c h l a n K. D.: Rockphosphate and superphosphate compared as pasture fertilizers on acid soils. Austr. J. Agric. Research, t. 2, 1960, 513—523.
- [12] L a w t o n K., C o o k R. L.: Potassium in plant nutrition. Advances in Agronomy, t. 6, 1954, s. 290.
- [13] L a s k e P.: Untersuchungen über die langjährige Wirkung weicherdiger nordafrikanischen Rohphosphate zu mehreren Feldfrüchten, Landw. Forschung, t. 8, 1956, nr 3.

- [14] Lityński T.: Wartość nawozowa mączki fosforytowej. Referat na konferencję naukowo-techniczną „Aktualne zagadnienia nawożenia mineralnego”, 14—15.V.1962, s. 169—186.
- [15] Lityński T., Mazur K.: Efekty nawozowe Annofosu przy uprawie ziemniaków. Roczn. Glebozn., dodatek do t. 13, 1963, 307—312.
- [16] Popławski Z.: Wartość nawozowa Phosphalu w świetle przeprowadzonych doświadczeń. Roczn. Glebozn., t. 12, 1962, s. 301—317.
- [17] Śmierchalska K.: Zagadnienie udostępnienia fosforu z mączek fosforytowych przez zastosowanie szczepionek bakterii fosforytowych. Roczn. Nauk Roln., t. 85-A, 1962, 407—419.
- [18] Śmierchalska K.: Badania nad pobieraniem fosforu z mączki fosforytowej przeprowadzone przy zastosowaniu 32P. Roczn. Nauk Roln., 1963, t. 87 A, 331—356.

Ю. ГОРАЛЬСКИ, И. БУДЗИШЕВСКА

ДЕЙСТВИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ КИНГИСЕПП В СВЕТЕ ЛАБОРАТОРНЫХ И ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кафедра Агрохимии Варшавской Сельскохозяйственной Академии

Резюме

Исследовали удобрительную ценность фосфоритной муки Кингисепп с высокой степенью твердости. Лабораторные исследования показали, что растворимость этой фосфоритной муки очень мала и то не взирая на степень измельченности.

Предварительные лабораторно-вегетационные исследования подтвердили результаты химических исследований, что касается слабой усвояемости фосфора в этом удобрении.

В вегетационных опытах проведенных на кислой почве фосфоритная мука Кингисепп сверх ожидания показала неплохое действие по сравнению с супертомасином (Thermophosphat). Степень измельчения не сыграла существенной роли.

В опыте с райграсом итальянским, в котором получены были в течение года 6 сборов, урожай на меньшей дозе муки Кингисепп (1 г P_2O_5 — на сосуд) составил 72,6% от урожая на супертомасине а 65,2% от урожая на дозе 2 г P_2O_5 . По сравнению с фосфоритной мукой Аннофос („мягкой”) соответственно 87 и 82%.

В опыте с овсом на дозе 0,4 г P_2O_5 на сосуд получен на фосфоритной муке Кингисепп такой-же урожай, как на муке Аннофос, а 78% от урожая на супертомасине. На дозе 0,8 г P_2O_5 урожай зерна составил 64% от урожая полученного на супертомасине а 80% от урожая на Аннофосе.

В свете полученных результатов возникает сомнение, возможно-ли во всей полноте опирать оценку удобрительной ценности фосфоритной муки такого типа как Кингисепп на критериях рекомендованных Гофманном и Магерсм, то есть на основании растворимости в 2% лимонной кислоте и 2% муравьиной кислоте. Кажется, что следовало бы искать иных способов оценки удобрительной ценности такого рода туков.

J. GORALSKI, J. BUDZISZEWSKA

EFFECT OF THE KINGISEPP GROUND ROCK PHOSPHATE IN THE LIGHT
OF LABORATORY AND GREENHOUSE TESTS

Department of Agrochemistry, Warsaw Agricultural University

Summary

Laboratory tests of the Kingisepp ground rock phosphate with a high degree of hardness showed very low solubility of this phosphate fertilizer, independent of the grinding rate.

Initial laboratory-greenhouse experiments confirmed the results of the chemical analysis, indicating low phosphorus availability from this fertilizer.

In pot experiments on an acid soil the Kingisepp phosphate exercised an unexpected fair effect, compared with the Polish Annofos („soft”) phosphate and even with the thermophosphate (alkaline sintered rock phosphate). The degree of grinding did not play a significant part.

In experiments with Italian rye-grass, in which 6 crops were obtained within a year, the yields obtained with a lower dose of Kingisepp phosphate (1 g P_2O_5 per pot) amounted to 72.6%, and with a higher dose (2 g P_2O_5) to 65.2% of those given by thermophosphate. The corresponding comparative figures in respect to „soft” Annofos phosphate were 87% and 82%, respectively.

In experiments with oats, a dose of 0.4 g P_2O_5 of Kingisepp phosphate per pot gave the same grain yield as Annofos phosphate, and 78% of the yields obtained with thermophosphate. With a dose of 0.8 g P_2O_5 the comparative figures were 64% of the yield from thermophosphate, and 86% of that from Annofos.

The results of our tests make it doubtful whether the evaluation of the fertilizing effect of ground rock phosphate of the Kingisepp type can be properly based on the criteria proposed by Hofmann and Mager, i.e. on their solubility in 2% citric acid and 2% formic acid. It would seem that some other method for evaluation of the fertilizing effect of that type of dressings should be developed.

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1966 r.