

## NASTĘPCZE ODDZIAŁYWANIE RÓŻNYCH MATERIAŁÓW ORGANICZNYCH NA GLEBĘ I ROŚLINĘ. CZ. II. SKŁAD CHEMICZNY ROŚLIN

J. Wiater<sup>1</sup>, R. Dębicki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Chemii Rolnej, AR Lublin, ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin

<sup>2</sup>Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-236 Lublin

**S y n o p s i s.** W ścisłych czteroletnich doświadczeniach polowych na dwu glebach badano następczy wpływ różnych sposobów nawożenia granulatem keratyno-koromocznikowym i osadami ścieków komunalnych, na tle nawożenia mineralnego i obornikiem na skład chemiczny żyta ozimego uprawianego w monokulturze. Stwierdzono, że skład chemiczny ziarna żyta był istotnie zależny od rodzaju gleby i nawozów, a mniej od sposobu ich wprowadzania do gleb. Osady ścieków komunalnych podlegały szybszej mineralizacji w porównaniu do obornika i granulatu keratyno-koro-mocznikowego.

**S ł o w a k l u c z o w e:** nawozy organiczne, działanie następcze, skład chemiczny roślin

### WSTĘP

Stosowane nawozy mineralne, jak również nawozy organiczne zmieniają nie tylko właściwości fizykochemiczne gleb, ale także skład chemiczny roślin. Na podstawie składu chemicznego roślin można bardziej wnikliwie ocenić zarówno stosowane dotychczas nawozy, jak i nowe substancje wykorzystywane coraz częściej w nawożeniu organicznym gleb uprawnych, m.in. osady ścieków komunalnych i granulatu keratyno-koro-mocznikowy.

Nawozy użyte w doświadczeniach mimo, że zawierają stosunkowo niewielkie ilości niektórych składników pokarmowych, np. fosforu czy magnezu, mogą wpływać pośrednio na skład chemiczny roślin.

Celem podjętych badań była ocena następczego działania granulatu keratyno-koro-mocznikowego i osadów ścieków komunalnych w

porównaniu do nawożenia mineralnego NPK oraz nawożenia obornikiem, na skład chemiczny ziarna żyta uprawianego w monokulturze.

### METODYKA BADAŃ

Materiał roślinny do badań pobrano w trzecim i czwartym roku ścisłych doświadczeń polowych na dwu rodzajach gleb. Opis doświadczeń przedstawiono w części pierwszej pracy Wiatrowej i Dębickiego [13], dotyczącej wybranych elementów żytności gleb.

Do badań pobrano ziarno żyta odmiany Dańkowskie Złote, uprawiane w monokulturze z następujących obiektów nawozowych: nawożenie NPK (obiekt kontrolny), obornik, granulatu keratyno-koro-mocznikowy i osad ścieków komunalnych. Wszystkie nawozy wnoszone trzema sposobami, które szczegółowo opisano w pracy poprzedniej [13].

W ziarnie żyta, po jego wysuszeniu, rozdrobnieniu i mineralizacji na mokro, oznaczano: N-ogółem metodą Kjeldahla, fosfor - metodą kolorymetryczną z zastosowaniem kompleksu wanadynianowo-molibdenowego, potas, wapń i sód metodą fotopłomieniową oraz magnez metodą kolorymetryczną z użyciem żółcieni tytanowej. Wyniki analiz przedstawiono w Tabelach 1 i 2. Najmniejszą istotną różnicę oszacowano przy pomocy testu Tukey'a.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

**Azot ogółem**

Zawartość azotu w ziarnie żyta z obu gleb była zróżnicowana w zależności od rodzaju stosowanych nawozów i lat prowadzonego doświadczenia, a w mniejszym stopniu od sposobu wprowadzenia nawozów (Tabela 1 i 2).

Wyższa zawartość azotu wystąpiła w ziarnie z gleby ciężkiej niż z gleby lekkiej. Ziarno z gleby lekkiej zebrane w III roku zawierało więcej azotu niż zebrane w czwartym roku. Średnie dla nawozów były zbliżone i istotnie wyższe niż w obiekcie kontrolnym.

Biorąc pod uwagę sposoby wnoszenia nawozów należy podkreślić, że obornik w trzecim roku najkorzystniej oddziaływał w obiektach, gdzie stosowano go w dawkach pełnych jednokrotnych. Kuszelewski [8] także podaje, że obornik na glebach lżejszych działa korzystnie następczo jeszcze w roku trzecim po jego wprowadzeniu do gleby.

Granulat i osady najkorzystniej oddziaływały na zawartość azotu, gdy stosowano je wg sposobu trzeciego - czyli małe dawki corocznie. Osady, które ulegają szybszej mineralizacji niż obornik, oddziaływały dodatnio na koncentrację azotu właśnie w obiektach z dawkami niskimi [10]. Granulat natomiast zawiera w swoim składzie duże ilości łatwo przyswajalnego azotu w postaci mocznika, dlatego na glebie lekkiej korzystniej działał w dawkach małych stosowanych co roku aniżeli w dawkach wyższych wprowadzanych jedno- lub dwukrotnie w okresie 4 lat doświadczeń [1,2]. Należy sądzić więc, że w pozostałych obiektach z granulem część azotu została wymyta w głąb gleby.

W ziarnie żyta zebranych w czwartym roku z gleby lekkiej wystąpiło znaczne obniżenie zawartości azotu w stosunku do ziarna z roku trzeciego. W obiektach z nawozami organicznymi wystąpiły istotnie wyższe zawartości azotu niż w obiekcie kontrolnym. Wyniki te świadczą o korzystnym następczym działaniu stosowanych nawozów. Najkorzystniej oddziaływał obornik stosowany II i III sposobem, natomiast granulat i osady niezależnie od sposobu ich sto-

sowania dawały zbliżoną zawartość azotu w ziarnie.

W ziarnie z gleby ciężkiej z obu analizowanych lat zawartość azotu zależała od rodzaju stosowanych nawozów. Zawartość azotu w ziarnie z obiektów nawożonych nawozami organicznymi była istotnie wyższa niż w ziarnie z obiektu kontrolnego NPK. W trzecim roku najkorzystniej oddziaływał granulat i osady ścieków stosowane w dawce pełnej jednorazowej. Nieco słabiej oddziaływał obornik. W obrębie obiektów z obornikiem, zwiększoną koncentrację azotu w ziarnie uzyskano w wyniku nawożenia tym nawozem wg sposobu drugiego. Kuduk [7] również podaje, że na glebie ciężkiej najkorzystniejsze następcze działanie obornika na plon pszenicy uzyskał w roku trzecim po jego zastosowaniu. W czwartym roku znacznie korzystniej na zawartość azotu oddziaływały osady ścieków komunalnych. Nieco słabiej oddziaływał granulat i obornik.

**Fosfor**

Zawartość fosforu w ziarnie żyta nie była związana z rodzajem gleby, gdyż jego średnia zawartość w ziarnie z obu gleb była zbliżona. Koncentracja tego składnika w ziarnie żyta była wyższa w czwartym roku doświadczenia niż w roku trzecim, co świadczy o dodatnim następczym działaniu stosowanych nawozów.

Rozpatrując wpływ badanych nawozów na zawartość fosforu w ziarnie żyta należy stwierdzić, że w roku trzecim żaden ze stosowanych nawozów na obu glebach nie wyróżniał się korzystniejszym oddziaływaniem. Dopiero w czwartym roku zaznaczył się istotnie korzystniejszy następczy wpływ działania osadów ściekowych na zawartość fosforu w ziarnie żyta. Z nawozem tym wprowadzono do gleby największe ilości tego pierwiastka [12].

Zawartość fosforu w ziarnie z obiektów nawożonych granulem była zbliżona do składu chemicznego ziarna po zastosowaniu obornika i nawozów mineralnych. Należy przypuszczać, że granulat, który był nawozem ubogim w fosfor oddziaływał korzystnie na uruchomienie glebowych rezerw fosforu i stąd dosyć wysoka zawartość tego składnika w ziarnie żyta z tych

Tabela 1. Skład chemiczny ziarna żyta z gleby lekkiej (% s.m.)

Obiekt	Sposób nawożenia	Azot		Fosfor		Potas		Magnez		Wapń		Sód						
		3 rok	4 rok	3 rok	4 rok	3 rok	4 rok	3 rok	4 rok	3 rok	4 rok	3 rok	4 rok					
Kontry	NPK	1.24	1.18	1.21	0.32	0.34	0.33	0.40	0.44	0.42	0.09	0.08	0.10	0.03	0.03	0.007	0.005	0.006
	I	1.48	1.26	1.37	0.32	0.34	0.33	0.40	0.44	0.42	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.070	0.004	0.006
	II	1.36	1.42	1.39	0.34	0.34	0.34	0.44	0.46	0.45	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.007	0.005	0.006
	III	1.42	1.34	1.38	0.31	0.34	0.33	0.45	0.46	0.46	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.007	0.004	0.006
Obornik	$\bar{x}$	1.42	1.34	1.38	0.32	0.34	0.33	0.43	0.45	0.44	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.007	0.004	0.006
	I	1.36	1.26	1.31	0.34	0.34	0.34	0.43	0.53	0.48	0.10	0.09	0.10	0.03	0.03	0.007	0.005	0.007
	II	1.45	1.26	1.35	0.34	0.34	0.34	0.46	0.50	0.48	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.009	0.005	0.006
	III	1.48	1.26	1.37	0.32	0.34	0.33	0.46	0.51	0.48	0.10	0.08	0.10	0.04	0.03	0.007	0.004	0.006
Granulat	$\bar{x}$	1.43	1.26	1.34	0.33	0.34	0.34	0.45	0.51	0.48	0.10	0.08	0.10	0.03	0.03	0.008	0.005	0.006
	I	1.39	1.26	1.32	0.31	0.35	0.33	0.40	0.51	0.45	0.11	0.08	0.10	0.03	0.03	0.006	0.005	0.006
	II	1.37	1.26	1.31	0.31	0.37	0.34	0.41	0.48	0.45	0.11	0.09	0.10	0.03	0.03	0.007	0.004	0.005
	III	1.47	1.26	1.36	0.32	0.35	0.34	0.43	0.49	0.46	0.11	0.09	0.10	0.03	0.03	0.007	0.004	0.005
Osady ścieków	$\bar{x}$	1.41	1.26	1.33	0.31	0.36	0.34	0.41	0.49	0.45	0.11	0.09	0.10	0.03	0.03	0.007	0.004	0.005
	lata(L)	0.006			0.006			0.006			0.08			n.i.		0.0005		
	obiekty(O)	0.080			0.019			0.011			0.01			n.i.		n.i.		
	sposoby(S)	0.080			0.001			0.009			n.i.			n.i.		n.i.		
NIR (p=0.05)	(L)x(O)	0.012			0.014			0.019			0.017			n.i.		0.001		
	(L)x(S)	0.012			0.015			n.i.			n.i.			n.i.		n.i.		
	(O)x(S)	0.020			0.024			0.025			n.i.			n.i.		n.i.		
	(G)x(O)x(S)	0.028			0.038			0.038			n.i.			n.i.		n.i.		

Tabela 2. Skład chemiczny ziarna żyta z gleby ciężkiej (% s.m.)

Obiekt	Sposób nawożenia	Azot		Fosfor		Potas		Magnez		Wapń		Sód							
		3 rok	4 rok	$\bar{x}$	3 rok	4 rok	$\bar{x}$	3 rok	4 rok	$\bar{x}$	3 rok	4 rok	$\bar{x}$	3 rok	4 rok	$\bar{x}$			
Kontry	NPK	1.36	1.50	1.43	0.32	0.34	0.33	0.40	0.50	0.45	0.10	0.10	0.10	0.04	0.04	0.005	0.004		
	I	1.45	1.65	1.55	0.32	0.36	0.34	0.41	0.48	0.45	0.10	0.10	0.10	0.05	0.03	0.04	0.005	0.005	
	II	1.70	1.60	1.65	0.32	0.34	0.33	0.41	0.50	0.44	0.10	0.08	0.09	0.05	0.03	0.04	0.005	0.004	
	III	1.51	1.50	1.50	0.32	0.36	0.34	0.41	0.48	0.45	0.10	0.08	0.09	0.05	0.03	0.04	0.006	0.005	
Obornik	$\bar{x}$	1.55	1.58	1.58	0.32	0.35	0.34	0.41	0.49	0.45	0.10	0.09	0.09	0.05	0.03	0.04	0.005	0.005	
	I	1.78	1.45	1.61	0.32	0.34	0.33	0.41	0.48	0.44	0.10	0.09	0.09	0.05	0.04	0.04	0.006	0.005	
	II	1.76	1.60	1.68	0.32	0.34	0.33	0.41	0.50	0.45	0.10	0.10	0.10	0.05	0.03	0.04	0.006	0.005	
	III	1.68	1.80	1.74	0.32	0.34	0.33	0.41	0.49	0.45	0.10	0.10	0.10	0.05	0.04	0.05	0.004	0.006	
Granulat	$\bar{x}$	1.74	1.61	1.68	0.32	0.34	0.33	0.41	0.49	0.45	0.10	0.10	0.10	0.05	0.04	0.004	0.006	0.005	
	I	1.77	1.60	1.68	0.32	0.37	0.35	0.41	0.48	0.45	0.11	0.10	0.105	0.07	0.04	0.05	0.003	0.006	0.004
	II	1.57	1.66	1.62	0.32	0.37	0.35	0.43	0.50	0.45	0.11	0.10	0.105	0.07	0.04	0.06	0.004	0.006	0.005
	III	1.76	1.70	1.73	0.32	0.36	0.34	0.41	0.51	0.46	0.11	0.10	0.105	0.07	0.04	0.05	0.004	0.006	0.005
Osady ścieków	$\bar{x}$	1.70	1.65	1.67	0.32	0.37	0.35	0.41	0.50	0.45	0.11	0.10	0.105	0.07	0.04	0.05	0.004	0.006	0.005
	laa(L)	0.08			0.007			0.07			0.009						0.005		
	obiekty(O)	0.01			0.020			n.i.			0.010						n.i.		
	sposoby(S)	0.01			0.001			0.01			n.i.						n.i.		
NIR (p=0.05)	(L)x(O)	0.017			0.015			0.019			0.015						0.001		
	(L)x(S)	0.017			0.016			n.i.			n.i.						n.i.		
	(O)x(S)	0.023			0.025			0.027			n.i.						n.i.		
	(G)x(O)x(S)	0.036			0.040			0.04			n.i.						n.i.		

objektów [2]. Sposób stosowania nawozów nie miał większego wpływu na koncentrację fosforu w ziarnie.

### Potas

Koncentracja potasu w ziarnie żyta w trzecim roku była zróżnicowana ze względu na rodzaj gleby i była wyższa w ziarnie z gleby lekkiej, szczególnie w obiektach z obornikiem i granulatem. Zwiększona zawartość potasu w ziarnie z tych obiektów uzależniona była od sposobu wniesienia tych nawozów. Najkorzystniej oddziaływały dawki niższe wnoszone częściej. Natomiast w ziarnie z gleby ciężkiej zawartość potasu była podobna, niezależnie od rodzaju nawozu i sposobu ich wnoszenia.

W ziarnie zebranych z obu gleb w roku czwartym wystąpiła istotnie wyższa zawartość potasu w stosunku do ziarna z roku trzeciego. W czwartym roku zawartość potasu w ziarnie z gleby lekkiej rosła w zależności od rodzaju nawozów, które pod tym względem można uszeregować następująco: granulaty - osady ścieków - obornik - nawozy mineralne. W ziarnie z gleby ciężkiej nie zanotowano istotnego wpływu rodzaju nawozów na koncentrację potasu.

Należy przypuszczać, że w ziarnie z gleby lekkiej część potasu mogła pochodzić z zapasów glebowych, ponieważ zarówno granulaty, jak i osady ścieków były nawozami ubogimi w potas. Natomiast w glebie ciężkiej, mimo dodatniego następczego działania stosowanych nawozów na zawartość potasu w ziarnie żyta, część potasu przyswajalnego, zarówno z nawozów jak i pochodzenia glebowego, uległa sorpcji niewymiennej. Potwierdzają to także badania Malińskiej i in. [9]. W czwartym roku nie stwierdzono istotnej różnicy w zawartości potasu w ziarnie z obu gleb w zależności od sposobu wnoszenia nawozów.

### Magnez

Żyto jest rośliną, która charakteryzuje się niską akumulacją magnezu. Zawartość tego składnika w roślinie uzależniona jest od jej wieku i części. Najwięcej magnezu zawierają rośliny młode i części generatywne [3,4,6].

Zawartość magnezu w analizowanym ziarnie żyta zarówno w trzecim, jak i czwartym roku nie była różnicowana rodzajem gleb, mimo że w ziarnie z gleby lekkiej obserwujemy niewielki spadek zawartości magnezu w roku czwartym. Świadczy to o wyczerpaniu magnezu z wniesionych nawozów i niższej zawartości magnezu pochodzącego z zapasów glebowych. Zawartość magnezu w ziarnie żyta z gleby ciężkiej w czwartym roku utrzymała się na poziomie roku trzeciego. Mogło to być wywołane powolniejszą mineralizacją nawozów wniesionych do tej gleby. Najwyższą koncentrację magnezu stwierdzono w ziarnie z trzeciego roku z obu gleb nawożonych osadem ściekowym. Oddziaływanie granulatu było zbliżone do działania obornika i nawozów mineralnych. Badania nie wykazały istotnego wpływu zróżnicowanych sposobów nawożenia na koncentrację magnezu w ziarnie żyta.

### Wapń

Zawartość wapnia jest znacznie niższa w ziarnie niż w słomie zbóż i w mniejszym stopniu uzależniona jest od rodzaju i wielkości nawożenia [5,11].

Przeprowadzone badania wykazały, że w ziarnie z gleby ciężkiej wystąpiła znacznie wyższa zawartość tego składnika niż w ziarnie z gleby lekkiej. Prawdopodobnie o pobieraniu i akumulacji wapnia w roślinach żyta decydowało pH gleb, które w glebie ciężkiej wynosiło 6,3, a w glebie lekkiej 4,7.

Nawozem, który powodował najwyższą koncentrację wapnia w ziarnie z gleby ciężkiej w trzecim roku były osady ścieków, co może być spowodowane wnoszeniem dużej ilości wapnia z tym nawozem. W ziarnie zebranych w czwartym roku stwierdzono znacznie niższe zawartości wapnia niż w roku trzecim. Szczególnie duży spadek występował w obiektach z osadami, co także świadczy o szybkiej mineralizacji tego materiału organicznego. Ziarno z gleby lekkiej charakteryzowało się wyrównaną zawartością wapnia, która nie zależała ani od lat prowadzonych badań, ani od rodzaju i sposobów wprowadzania nawozów [4,11]. Można jednak powiedzieć o korzystnym następczym

wpływie wszystkich nawozów na zawartość wapnia, bowiem w ziarnie z czwartego roku badań stwierdzono taką samą ilość wapnia, jak w ziarnie z trzeciego roku badań.

## Sód

Zawartość sodu jest głównie różnicowana przez gatunek zboża i tak np. najwięcej zawiera go ziarno żyta w stosunku do ziarna pszenicy czy jęczmienia [11]. O zawartości sodu w ziarnie żyta decydował głównie rodzaj gleby. Nieco wyższą zawartością tego składnika charakteryzowało się ziarno z gleby lekkiej. Na zawartość sodu nie miał wpływu rodzaj stosowanych nawozów, ani sposób ich wnoszenia.

Istotne różnice wystąpiły tylko dla średnich z lat badań: w ziarnie z gleby ciężkiej na korzyść roku trzeciego, a w ziarnie z gleby lekkiej na korzyść roku czwartego.

## WNIOSKI

1. Zawartość składników mineralnych w ziarnie żyta uzależniona była w znacznym stopniu od rodzaju gleby.

2. Badane materiały organiczne wykazały dodatni następczy wpływ na koncentrację podstawowych składników mineralnych w ziarnie z obu badanych gleb. Mniejszy wpływ na skład chemiczny ziarna miał sposób ich wprowadzania do gleby.

3. Na podstawie zawartości azotu w ziarnie można twierdzić, że osady ścieków komunalnych ulegają szybszej mineralizacji niż obornik i granulaty.

4. Granulaty w oddziaływaniu na skład chemiczny ziarna można porównać do działania obornika.

## LITERATURA

1. Dechnik I.: Stare i nowe koncepcje poprawy żywności gleb. Ossolineum-PAN, Warszawa, 1982.

2. Dębicki R., Dechnik I., Wiater J.: Zawartość podstawowych składników mineralnych w ziarnie żyta nawożonego różnymi materiałami organicznymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 370, 129-136, 1987.
3. Fotyma M., Pentkowski A.: Działanie następcze azotu w członie zmianowania rośliny okopowe-jęczmień jary. Pam. Puł., 76, 27-39, 1981.
4. Jellnowska A.: Wpływ nawożenia na jakość plonów. IUNG, Puławy, 1980.
5. Koter Z.: Zawartość podstawowych składników mineralnych w zielonej masie żyta w zależności od nawożenia NPK. Pam. Puł., 36, 171-187, 1969.
6. Kozak L., Tarkowski C.: Zawartość Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w różnych fazach wzrostu pszenżyta, pszenicy i żyta. Roczn. Nauk Roln., 104(2), 113-129, 1979.
7. Kuduk C.: Wpływ różnych dawek obornika na właściwości gleby gliniastej ciężkiej i plonowanie pszenicy w okresie trzech lat. Roczn. Glebozn., 33(1/2), 213-221, 1982.
8. Kuszelewski L.: Rola i znaczenie obornika w intensyfikacji produkcji. Roczn. Glebozn., 22(2), 69-78, 1971.
9. Malińska H., Pletrasz-Kęsik G.: Wpływ wapnowania oraz nawożenia potasem i magnezem na plony roślin i właściwości gleby wytworzonej z gliny lekkiej. Pam. Puł., 91, 90-105, 1988.
10. Pomares-García F., Prott P.S.: Value of manure and sewage as N fertilizer. Agron. J., 70, 6-8, 1978.
11. Prott P.F., Davis S.: Nitrate contents of sudan grass and barley forages grown on plots treated with animal manures. Agron. J., 68, 11-14, 1976.
12. Roszyk E., Roszyk S., Spiak Z.: Wartość nawozowa osadów ściekowych z niektórych oczyszczalni południowo-zachodniej Polski. Cz.I. Skład chemiczny osadów. Roczn. Glebozn., 38(3), 93-102, 1987.
13. Wiater J., Dębicki R.: Następcze oddziaływanie różnych materiałów organicznych na glebę i roślinę. Cz. I. Wybrane elementy żywności gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 407, 57-64, 1994.

## AFTER-EFFECT OF VARIOUS ORGANIC FERTILIZATION ON SOILS AND PLANTS. PART II. CHEMICAL COMPOSITION OF PLANTS

In a four-year field experiments the after-effect of various organic fertilization on chemical composition of rye grains was studied. It was found that chemical composition of rye grains depended most significantly on the soil kind and fertilizer and less on the fertilization method. Municipal sewage sludge underwent faster mineralization as compared to FYM and keratin-bark-urea granulate.

**Key words:** organic fertilizers, after-effect, rye grains, chemical composition.