

IWONA DOMAGAŁA-ŚWIĄTKIEWICZ

**OCENA PRZYDATNOŚCI NAWOZOWYCH PREPARATÓW
POLIMEROWYCH GNSU I AQUA FLO
W UPRAWIE ROŚLIN OGRODNICZYCH
CZ. I. OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNYCH
ORAZ STOPNIA UWALNIANIA SKŁADNIKÓW
POKARMOWYCH W WARUNKACH LABORATORYJNYCH**

*Z Katedry Uprawy Roli i Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademii Rolniczej w Krakowie*

ABSTRACT. In the laboratory study the physico-chemical properties of the fertilizer preparations produced on the base of the synthetic potassium polyacrylate were evaluated. The polymer absorptiveness as related to the salt solutions decreased with increase of their concentration (1.4-4.8 EC) from 50-70%. According to the obtained results, releasing of the nutrient compounds (N, P and Mg) from the fertilizer preparations into solutions is gradual, the monovalent cations are easier released than the divalent ones. Additionally was stated, that the potassium ions from the synthetic potassium polyacrylate dissociate in the water solution, increasing their EC.

Key words: polyacrylamide polymers, water absorption, nutrient release, soluble salts

Wstęp

Możliwości wykorzystania w rolnictwie syntetycznych polimerów zwanych superabsorbentami, mającymi zdolności do magazynowania dużych ilości wody dostępnej dla roślin, są różnorodne. Najczęściej stosuje się je jako dodatki do gleb i podłoży w celu zwiększenia ich retencji wodnej, ograniczenia parowania i migracji wody poza zasięg korzeni oraz do poprawy ich właściwości fizycznych (**Taylor i Halfacre 1986, Helalia i in. 1992, Sady i Domagała 1995**). Zdolności superabsorbentów do zatrzymywania jonów oraz związków chemicznych pozwalają także wykorzystywać je jako magazyn składników pokarmowych dla roślin i uzyskania efektu spowolniającego i przedłużającego działanie nawozów mineralnych (**Mikkelsen 1994, Abraham i Pillai 1995, Benedycka i in. 1998**).

Celem badań była ocena w warunkach laboratoryjnych właściwości fizyko-chemicznych preparatów nawozowych GNSU i AQUA FLO produkowanych na bazie poliakrylanu potasowego o nazwie Super Absorbent Plus.

Material i metody

Badaniom poddano 7 preparatów nawozowych: GNSU-70, GNSU-71, GNSU-123, AQUA FLO-70, AQUA FLO-71, AQUA FLO-123 oraz czysty polimer o nazwie Super Absorbent Plus. Pod względem budowy chemicznej Super Absorbent Plus jest syntetycznym, usieciowanym poliakrylanem ($-\text{CH}_2\text{CH CO NH}_2\text{-}_n$) o drobnokrystalicznej postaci i zawartości wody około 15%. Badane preparaty nawozowe o nazwie GNSU stanowiły polimer, w strukturę którego wprowadzono składniki pokarmowe w proporcjach odpowiednich dla roślin, natomiast preparaty AQUA FLO były mieszaniną polimeru nawozowego GNSU (50%), diatomitu (20%), dolomitu (20%) i kurzego nawozu organicznego (10%). Deklarowany przez producenta skład procentowy przeznaczonych do badań preparatów podano w tabeli 1.

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych w badanych preparatach nawozowych (%)
Content of nutrient compounds in the investigated fertilizer preparations (%)

Preparat Preparation	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
GNSU-70	3,10	4,90	3,40	1,98	1,92
GNSU-71	2,50	1,25	5,00	0,50	0,50
GNSU-123	2,12	1,38	1,38	1,02	0,50
AQUA FLO-70	1,55	2,45	1,70	0,99	0,96
AQUA FLO-71	1,25	0,62	2,50	0,25	0,25
AQUA FLO-123	1,06	0,69	0,69	0,51	0,25

W badaniach laboratoryjnych przeprowadzonych w 2002 r. oceniono chłonność czystego polimeru w stosunku do wody destylowanej ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) oraz wodnych roztworów Azofoski (N-13,6%, P₂O₅-6,4%, K₂O-19,1%, MgO-4,5% + mikroelementy) w stężeniach: 1, 2, 3 i 4 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$. W przypadku polimerów nawozowych oznaczono chłonność w stosunku do wody destylowanej oraz pH i EC wodnych roztworów preparatów (1 gram preparatu rozpuszczano w 1 dm^3 wody destylowanej). Wykonano również analizę frakcyjną wybranych do badań z rośliną testową preparatów GNSU-70 i AQUA FLO-70, przy użyciu sit o średnicy oczek: 2; 1,5; 1,0; 0,75; 0,50 i 0,25 mm (tab. 2).

Stopień uwalniania składników pokarmowych z wybranych preparatów oznaczono przez kilkukrotne przepłukiwanie żeli, umieszczonych w kolumnach, wodą destylowaną. W przesączach azot amonowy i azotanowy oznaczono metodą destylacyjną, P spektrofotometrycznie metodą wanado-molibdenową, natomiast K, Ca oraz Mg metodą ASA w płomieniu acetylen/powietrze (Ostrowska 1992).

Tabela 2

Skład frakcji wybranych preparatów (%)
Fraction composition of selected preparations (%)

Średnica frakcji Fraction diameter (mm)	Super Absorbent Plus	GNSU-70	AQUA FLO-70
> 2	6,4	16,3	5,7
2-1,5	0,7	0,8	0,7
1,5-1	15,6	18,0	11,2
1-0,75	15,6	15,2	11,7
0,75-0,5	8,0	7,0	5,7
0,5-0,25	31,5	26,5	21,0
< 0,25	22,2	16,2	44,0

Wyniki i dyskusja

Do ważniejszych czynników wpływających na właściwości chłonne polimerów wysokoabsorbujących należą: stężenie elektrolitów, odczyn środowiska w jakim zdyspergowany jest sorbent, a także rozdrobnienie preparatu (Bereś i Kaładkowska 1992).

W badaniach chłonność czystego polimeru o nazwie Super Absorbent Plus w stosunku do wody destylowanej wynosiła średnio 290 (od 270 do 310) $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ preparatu (tab. 3). Wykazano wyraźny spadek chłonności Super Absorbentu Plus pod wpływem wzrastającego stężenia soli w roztworze uwadniającym. W przypadku roztworu o EC – 1,39 mS cm^{-1} , oznaczona chłonność polimeru wynosiła 140 $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$, co stanowiło 48%

Tabela 3

Chłonność Super Absorbentu Plus w stosunku do wody destylowanej i wodnych roztworów Azofoski
Absorptiveness of Super Absorbent Plus in relation to the distilled water and to the aqueous solutions of Azofoska

Stężenie r-ów Azofoski Concentration of Azofoska solutions (g dm^{-3})	pH	EC (mS cm^{-1})	Chłonność Absorptiveness ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$)
0 ($\text{H}_2\text{O}_{\text{dest.}}$)	5,80	0,00	290
1	7,00	1,39	140
2	7,04	2,52	100
3	7,10	3,57	90
4	7,10	4,78	85

w stosunku do wody destylowanej. Stężenie soli w roztworze uwadniającym na poziomie EC – 4,78 mS cm⁻¹ spowodowało spadek chłonności Super Absorbentu Plus do 29%. To obniżanie zdolności supersorbentów do magazynowania wody jest związane ze zdolnością elektrolitów bądź związków chemicznych do reakcji z grupami funkcyjnymi polimerów (Foster i Keever 1990, Bowman i Evans 1991, Woodhouse i Johnson 1991). W badaniach Bowman i in. (1990) roztwory zawierające jednowartościowe kationy (K⁺, NH₄⁺) obniżały absorpcję wody przez polimery, w zależności od stosowanych stężeń (0-20 me dm⁻³), o 75%, natomiast kationy dwuwartościowe (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺), nawet o 90%.

W przeprowadzonych badaniach chłonność polimerów nawozowych o nazwie GNSU była niższa w porównaniu z czystym supersorbentem i mieściła się w przedziale 200-250 cm³·g⁻¹ (tab. 4). Spadek chłonności był spowodowany prawdopodobnie wprowadzeniem do struktury polimeru związków chemicznych będących nośnikami składników pokarmowych dla roślin. Chłonność preparatów nawozowych o nazwie AQUA FLO, w których udział polimeru nawozowego stanowił 50% wynosiła od 110 do 135 cm³·g⁻¹.

Tabela 4

Odczyn (pH), EC roztworów wodnych oraz chłonność badanych preparatów w stosunku do wody destylowanej
pH and EC of the aqueous solutions and absorptiveness of the investigated preparations in relation to the distilled water

Preparat Preparation	pH roztworów pH of solution	EC roztworów EC of solution (μS cm ⁻¹)	Chłonność Absorptiveness (cm ³ g ⁻¹)
Super Absorbent Plus	7,37	220	290
GNSU-70	7,01	430	250
GNSU-71	6,50	430	200
GNSU-123	6,47	410	210
AQUA FLO-70	6,95	290	140
AQUA FLO-71	6,62	310	120
AQUA FLO-123	6,59	300	110

Odczyn wodnych roztworów badanych preparatów był najwyższy w przypadku czystego polimeru (pH 7,37), natomiast dla polimerów nawozowych wahał się od pH 6,50 do pH 7,01 (tab. 4). Stężenia soli wodnych roztworów preparatów o nazwie GNSU mierzone w jednostkach EC były najwyższe i wynosiły 410-430 μS cm⁻¹, natomiast EC preparatów AQUA FLO mieściło się w przedziale 290-310 μS cm⁻¹. EC roztworu uwadniającego czysty polimer wynosiło 210 μS cm⁻¹ i było prawdopodobnie spowodowane uwalnianiem do roztworu wodnego jonów potasu ze struktury poliakrylanu potasowego.

W badaniach laboratoryjnych oznaczono uwalnianie z wybranych preparatów nawozowych składników pokarmowych metodą kilkukrotnego przepłukiwania żeli wodą destylowaną. W tabeli 5 przedstawiono sumaryczne wyniki oznaczeń składników po-

karmowych w zbieranych eluatach. Uwalnianie azotu i fosforu zawartego w preparacie nawozowym AQUA FLO-70 było wyższe niż w przypadku GNSU-70 i wynosiło odpowiednio dla N: 27,6% i 22,% oraz dla P: 53,3% i 28,3% w stosunku do ilości deklarowanej przez producenta (tab. 5). Mogło to być spowodowane wypłukiwaniem do roztworu podczas przemywania rozpuszczalnych związków azotu i fosforu z kurzego nawozu, stanowiącego 10% masy preparatu nawozowego o nazwie AQUA FLO.

Tabela 5
Uwalnianie składników pokarmowych z badanych preparatów oznaczone przez kilkukrotne przemywanie wodą destylowaną
Releasing of nutrient compounds from investigated preparations determined by the several time rinsing with distilled water

Preparat Preparation	Zawartość/uwalnianie z 1 g preparatu Content/releasing from 1g preparation	N	P	K	Mg	Ca
AQUA FLO-70	deklarowana (mg·g ⁻¹) determined	15,5	10,8	14,1	5,9	6,8
	oznaczona (mg·g ⁻¹) detected	4,3	5,7	49,9	1,0	śl.* tr.*
	uwalnianie (%) releasing (%)	27,6	53,3	–	17,3	–
GNSU-70	deklarowana (mg·g ⁻¹) determined	31,0	21,6	28,2	11,8	13,6
	oznaczona (mg·g ⁻¹) detected	7,0	6,1	55,6	0,53	śl.* tr.*
	uwalnianie (%) releasing (%)	22,5	28,3	–	4,5	–

*śl. – ślady, traces

Ilość oznaczonego potasu w zbieranych przesączach zarówno w przypadku GNSU-70, jak i AQUA FLO-70, przekraczała deklarowaną przez producenta zawartość K w preparatach. Było to prawdopodobnie spowodowane uwalnianiem do roztworów dużych ilości tego składnika z polimeru, będącego pod względem budowy chemicznej poliakrylanem potasowym.

Uwalnianie magnezu z badanych preparatów nawozowych było bardzo niskie i wynosiło dla AQUA FLO – 17,3%, a dla GNSU – 4,5% (tab. 5). W zbieranych podczas przepłukiwania żeli przesączach nie udało się natomiast oznaczyć wapnia (zbyt niskie stężenie poza wykrywalnością metodą AAS), którego zawartość deklarowana przez producenta wynosiła w preparacie GNSU-70 1,9% CaO, a w AQUA FLO-70 0,96% CaO.

Wnioski

1. Chłonność poliakrylanu potasowego o nazwie Super Absorbent Plus w stosunku do roztworów soli zmniejszała się wraz ze wzrostem ich stężenia. Stosowanie zatem wysokich dawek nawozów mineralnych w uprawie roślin może zmniejszać korzystny efekt oddziaływania polimeru na właściwości wodne gleby (podłoża).

2. Badania laboratoryjne wykazały, że uwalnianie w roztworach wodnych składników pokarmowych (N, P i Mg) z polimerowych preparatów nawozowych odbywa się stopniowo, przy czym kationy jednowartościowe są łatwiej uwalniane niż kationy dwuwartościowe. Wykazano ponadto, że potas z syntetycznego poliakrylanu potasowego dysocjuje w roztworach wodnych, zwiększając ich EC.

3. W dalszych badaniach dotyczących możliwości wykorzystania nawozów produkowanych na bazie syntetycznych polimerów do nawożenia roślin ogrodniczych należy określić uwalnianie składników mineralnych w warunkach uprawy w środowisku glebowym (podłożowym) i ich dostępność dla roślin.

Literatura

- Abraham J., Rajasekharan Pillai U.N.** (1995): N,N-methylene bisacrylamide-crosslinked polyacrylamide for controlled release urea fertilizer formulation. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* 26: 3231-3241.
- Benedycka Z., Nowal G.A.** (1998): Ekosorb jako źródło składników mineralnych dla roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 461: 131-136.
- Bereś J., Kałędowska M.** (1992): Superabsorbenty, *Chemik* 3:51-63.
- Bowman D.C., Evans R.Y., Paul J.L.** (1990): Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *Amer. Soc. Hort. Sci. J.* 115: 382-386.
- Bowman D.C., Evans R.Y.** (1991): Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. *HortScience* 26(8): 1063-1065.
- Foster W.J., Keever G.J.** (1990): Water absorption of hydrophilic polymers (hydrogels) reduced by media amendments. *J. Environ. Hort.* 8(3): 113-114.
- Helalia A.M., El-Amir S., Shawky M.E.** (1992): Effects of Acryhope and Aquastore polymers on water regime and porosity in sandy soil. *Agrophysics* 6(1-2): 19-25.
- Mikkelsen R.L.** (1994): Using hydrophilic polymers to control nutrient release. *Fertilizer Research* 38: 53-59.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z.** (1991): Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Sady W., Domagała I.** (1995): Wpływ Ekogelu MI na wzrost mieszanki traw gazonowych. *Zesz. Nauk. AR, Kraków, Ogrodn.* 22: 49-58.
- Taylor K.C., Halfacre R.G.** (1986): The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *Hort. Sci.* 21(5): 1159-61.
- Woodhouse J.M., Johnson M.S.** (1991): Effect of soluble salts and fertilizer on water storage by gel-forming soils conditioners. *Acta Hort.* 294: 261-269.

EVALUATION OF USEFULNESS OF POLYMER FERTILIZER PREPARATIONS
GNSU AND AQUA FLO IN CULTIVATION OF HORTICULTURAL PLANTS
PART I. EVALUATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND
GRADE OF NUTRIENT COMPOUNDS RELEASING IN LABORATORY
CONDITIONS

S u m m a r y

In the present study physico-chemical properties of fertilizer preparations, produced on the base of the synthetic polymer (polyacrylate) were evaluated. The investigated GSNU preparations were of the polymeric structure and contained the introduced into them nutrient compounds, while AQUA FLO preparations were the mixture of fertilizer polymer GNSU (50%), diatomit (20%), dolomit (20%) and the poultry manure (10%). The absorptiveness of Super Absorbent Plus polymer in relation to the salt solutions decreased with increase of their concentration (1.4-4.8 EC) from 50-70%. According to laboratory study, releasing of the nutrient compounds (N, P and Mg) from the fertilizer preparations into the water solution was gradual, and the monovalent cations were easier released from the polymer structure than divalent ones.