

IWONA DOMAGAŁA-ŚWIĄTKIEWICZ¹, WŁODZIMIERZ SADY¹,
PIOTR MURAS²

**OCENA PRZYDATNOŚCI NAWOZOWYCH PREPARATÓW
POLIMEROWYCH GNSU I AQUA FLO
W UPRAWIE ROŚLIN OGRODNICZYCH
CZ. II. OCENA WARTOŚCI NAWOZOWEJ ORAZ WPŁYWU
NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE PODŁOŻY
W UPRAWIE STEWARCJI**

Z ¹Katedry Uprawy Roli i Nawożenia Roślin Ogrodniczych,
oraz z ²Katedry Roślin Ozdobnych
Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

ABSTRACT. In the present investigations with *Stewartia pseudocamelia* the fertilizer value as well as the effect of the fertilizer polymer preparations GNSU-70 and AQUA FLO-70 on the physico-chemical properties of the substrates in comparison with the fertilizer of controlled component releasing Osmocote Plus were evaluated. The decrease of the bulk density and increase of the water capacity of substrates enriched with the polymers were stated. Addition of potassium polyacrylates to substrate caused releasing of the considerable amounts of K⁺ - ions do the soil solution during plant growing. The higher content of P and K and lower content of Mg and Ca were determined in tissue of plants grown on GNSU and on AQUA FLO in comparison with Osmocote.

Key words: hydrophilic polymers, nutrient release, water holding capacity

Wstęp

Zdolność zatrzymywania składników mineralnych w strukturze hydrofilowych polimerów, z jednej strony stwarza możliwość przedłużenia ich działania w środowisku odżywczym, z drugiej natomiast wiąże się ze stopniem udostępniania roślinom składników pokarmowych (Taylor i Hafacre 1986, Mikkelsen 1994, 1995, Benedycka i in. 1998). Celem podjętych badań była ocena przydatności polimerowych preparatów nawozowych o nazwie GNSU-70 i AQUA FLO-70, jako komponentów podłoży w uprawie pojemnikowej stewartcji (*Stewartia pseudocamelia*) oraz ich wartości nawozowej w porównaniu z nawozem o kontrolowanym uwalnianiu składników Osmocote Plus.

Rocz. AR Pozn. CCCLVI, Ogrodn. 37: 45-53

© Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań 2004
PL ISSN 0137-1738

Material i metody

Badania prowadzono z wykorzystaniem jako rośliny testowej stewarcji (*Stewartia pseudocamelia*) należącej do rodziny *Theaceae*. Jest to zimotrwały krzew uprawiany ze względu na białe, pachnące kwiaty oraz przebarwiający się jesienią na czerwono liście. Roślina ta wymaga gleb wilgotnych, przepuszczalnych dla wody, o odczynie kwaśnym. Do przygotowania podłoża użyto torfu o pH 3,9 i zawartości składników ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$): N_{min} – 3,5, P – 12,5, K – 25,7, Mg – 37,6 i Ca – 193. Doświadczenie składało się z 4 obiektów obejmujących podłoża wzbogacone w składniki pokarmowe przy pomocy preparatów polimerowych oraz Osmocote Plus:

1. Kontrola – 1 g Osmocote Plus (15:10:12:2 + mikro) na dm^3 podłoża,
2. Super Absorbent – 2 g Super Absorbentu Plus i 1 g Osmocote Plus na dm^3 podłoża,
3. GNSU – 4 g GNSU-70 ($N:P_2O_5:K_2O:MgO$ – 3,1:4,9:3,4:1,98) na dm^3 podłoża,
4. Aqua Flo – 8 g AQUA FLO-70 (50% GNSU-70 + 20% dolomit + 20% diatomit + 10% nawóz kurzy) na dm^3 podłoża.

Szczegółową charakterystykę właściwości fizyko-chemicznych preparatów GNSU-70, AQUA FLO-70 oraz Super Absorbentu Plus zamieszczono w I części pracy (Domagała-Świątkiewicz 2004).

Za wyjątkiem obiektu z dodatkiem AQUA FLO zawierającym dolomit, przed wprowadzeniem do podłoża nawozów torf zwapnowano (0,5 g kredy na dm^3), podnosząc jego odczyn do pH 4,2. W podłożach z dodatkiem preparatów GNSU i AQUA FLO zastosowano 0,135 g cz. B MIS III na dm^3 torfu. W każdym obiekcie doświadczenia uprawiano 25 roślin. Dwuletnie sadzonki stewarcji posadzono do 1,5-litrowych plastikowych doniczek 23 kwietnia 2003 r. Uprawę prowadzono do 9 września 2003 r.

Oznaczenia gęstości właściwej i objętościowej, kapilarnej pojemności wodnej oraz porowatości podłoża (przed i po uprawie), wykonano metodą Bagg-Olsena (Sady i in. 1994). W trakcie trwania doświadczenia kontrolowano zmiany odczynu (pH), stężenia soli w roztworze (EC) oraz zawartości podstawowych makroskładników. W analizie podłoża stosowano ekstrakcję 0,03 M kwasem octowym według Nowosielskiego (1988). Składniki pokarmowe ekstrahowano z materiału roślinnego (całe liście wraz z ogonkiem, pobrane 16.08.2003 r.) 2-procentowym kwasem octowym i oznaczano, posługując się tymi samymi metodami co przy analizie wyciągów glebowych.

Wyniki i dyskusja

Ocena właściwości fizyko-chemicznych badanych podłoży

Pozytywny wpływ superabsorbentów akrylowych na poprawę właściwości wodnych gleb i podłoży wykazali Wang i Gregg 1990, Helalia i in. 1992, Sady i Domagała 1995, Hetman i Martyn 1996. W niniejszych badaniach przygotowane do uprawy podłoża miały zbliżoną gęstość właściwą mieszczącą się w granicach $1,13$ - $1,22 \text{ g cm}^{-3}$, natomiast gęstość objętościowa była istotnie zróżnicowana i zależała od rodzaju zastosowanego preparatu nawozowego (tab. 1). Najniższą gęstość objętościową oznaczono w obiekcie z dodatkiem Super Absorbentu i GNSU-70 (odpowiednio $0,083 \text{ g cm}^{-3}$

i 0,082), a najwyższą w substracie torfowym bez dodatku polimerów (0,101 g cm⁻³). Dodatek do podłoży hydrożeli powodował zwiększenie ich kapilarnej pojemności wodnej w stosunku do kontroli. Największą zdolnością do zatrzymywania wody charakteryzowało się podłoże z dodatkiem Super Absorbentu, którego kapilarna pojemność wodna wynosiła 56,2% objętości, a najniższą – kombinacja kontrolna (50%). Porowatość podłoży, we wszystkich badanych obiektach, była wysoka i mieściła się w zakresie 92-93%.

Tabela 1

Właściwości fizyczne podłoży
Physical properties of substrates

Podłoże Substrate	Gęstość właściwa Specific density (g cm ⁻³)	Gęstość objętościowa Bulk density (g cm ⁻³)	Kapilarna pojemność wodna (% objętościowych) Capillary water capacity (% by volume)	Porowatość Porosity (%)
Przed uprawą – Before cultivation				
Kontrola – Control	1,22	0,101 b	50,0 a	92
Super – Absorbent	1,16	0,083 a	56,2 ab	93
GNSU	1,20	0,082 a	53,7 a	93
AQUA FLO	1,13	0,094 ab	54,2 b	92
Po uprawie – After cultivation				
Kontrola – Control	1,47	0,108 a	64,0 a	93
Super – Absorbent	1,36	0,096 b	67,1 a	93
GNSU	1,33	0,106 ab	77,2 b	92
AQUA FLO	1,57	0,123 ab	78,4 b	92

Poziom istotności ($\alpha = 0,05$).

Significant level ($\alpha = 0.05$).

Po około 5-miesięcznym okresie uprawy stewartcji w warunkach szklarniowych wykazano ogólnie wzrost gęstości właściwej i objętościowej oraz kapilarnej pojemności wodnej (tab. 1). Wzajemne relacje pomiędzy mierzonymi parametrami w poszczególnych obiektach kształtowały się podobnie, jak w przypadku oznaczeń wykonanych w podłożach przed rozpoczęciem uprawy.

Zmiany pH oraz stężenia soli (EC) w badanych podłożach

We wszystkich obiektach odczyn ulegał w trakcie uprawy niewielkim wahaniom i dla podłoży z dodatkiem polimerów GNSU i Super Absorbentu oraz w kontroli był zbliżony i mieścił się w granicach 4,39-4,91 (tab. 2). Najwyższe pH miało podłoże

z dodatkiem AQUA FLO zawierającego 20% dolomitu (pH 5,25-5,64). Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu stosowanych dodatków na stężenie soli w podłożach, które w czasie uprawy było niskie i wahało się z granicami (0,33-0,83 mS cm⁻¹).

Tabela 2
Zmiany pH i EC (mS·cm⁻¹) w podłożach w uprawie stewarcji
Changes of pH and EC (mS·cm⁻¹) in the substrates in growing of *Stewartia pseudocamelia*

Podłoże Substrate	26.05.03		2.07.03		01.08.03		09.09.03	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC
Kontrola Control	4,63 a	0,48	4,63 a	0,43	4,36 a	0,60	4,40 a	0,62
Super Abs.	4,70 a	0,33	4,48 a	0,42	4,50 a	0,75	4,39 a	0,43
GNSU	4,91 a	0,66	4,67 a	0,39	4,73 b	0,53	4,72 b	0,37
Aqua Flo	5,40 b	0,71	5,45 b	0,44	5,25 c	0,83	5,64 c	0,46

Poziom istotności ($\alpha = 0,05$).
 Significant level ($\alpha = 0,05$).

Tabela 3
Zmiany zawartości azotu mineralnego (mg N dm⁻³) w podłożach w uprawie stewarcji
Changes of the mineral nitrogen content in the substrates in growing of *Stewartia pseudocamelia*

Podłoże Substrate	26.05		2.07		01.08		09.09	
	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃
Kontrola Control	22,2	50,2 ab	10,5 a	40,8	9,3	95,7	12,8	126,0
	72,4		51,3		105,0		138,8	
Super Abs.	40,8	29,2 a	28,0 c	42,0	14,0	89,8	14,0	95,7
	70,0		70,0		103,8		109,7	
GNSU	53,7	65,3 b	32,7 c	46,0	9,3	53,7	15,2	56,0
	119,0		78,7		63,0		71,2	
Aqua Flo	29,2	74,4 b	17,5 b	37,3	8,2	86,3	9,3	61,8
	103,6		54,8		94,5		71,1	

Poziom istotności ($\alpha = 0,05$).
 Significant level ($\alpha = 0,05$).

Zmiany zawartości N, P, K, Mg i Ca w badanych podłożach w uprawie stewartcji

Przebieg krzywych zmian stężenia azotu w podłożach z dodatkiem Osmocote (kontrola i Super Absorbent) oraz AQUA FLO w czasie uprawy był zbliżony, ale oznaczona w ostatnim terminie zawartość azotu w obiektach z dodatkiem polimerów była niższa (tab. 3, ryc. 1). Stężenie azotu, oznaczanego w kombinacji z dodatkiem GNSU, systematycznie w czasie uprawy obniżało się, co może wskazywać na zatrzymywanie tego składnika w strukturze polimeru.

W podłożach z dodatkiem GNSU i AQUA FLO oznaczano w czasie uprawy wyższe stężenia fosforu rozpuszczalnego niż w obiektach, w których źródłem składników był Osmocote. Najniższe zawartości rozpuszczalnego fosforu wykazano w podłożu kontrolnym (tab. 4, ryc. 1).

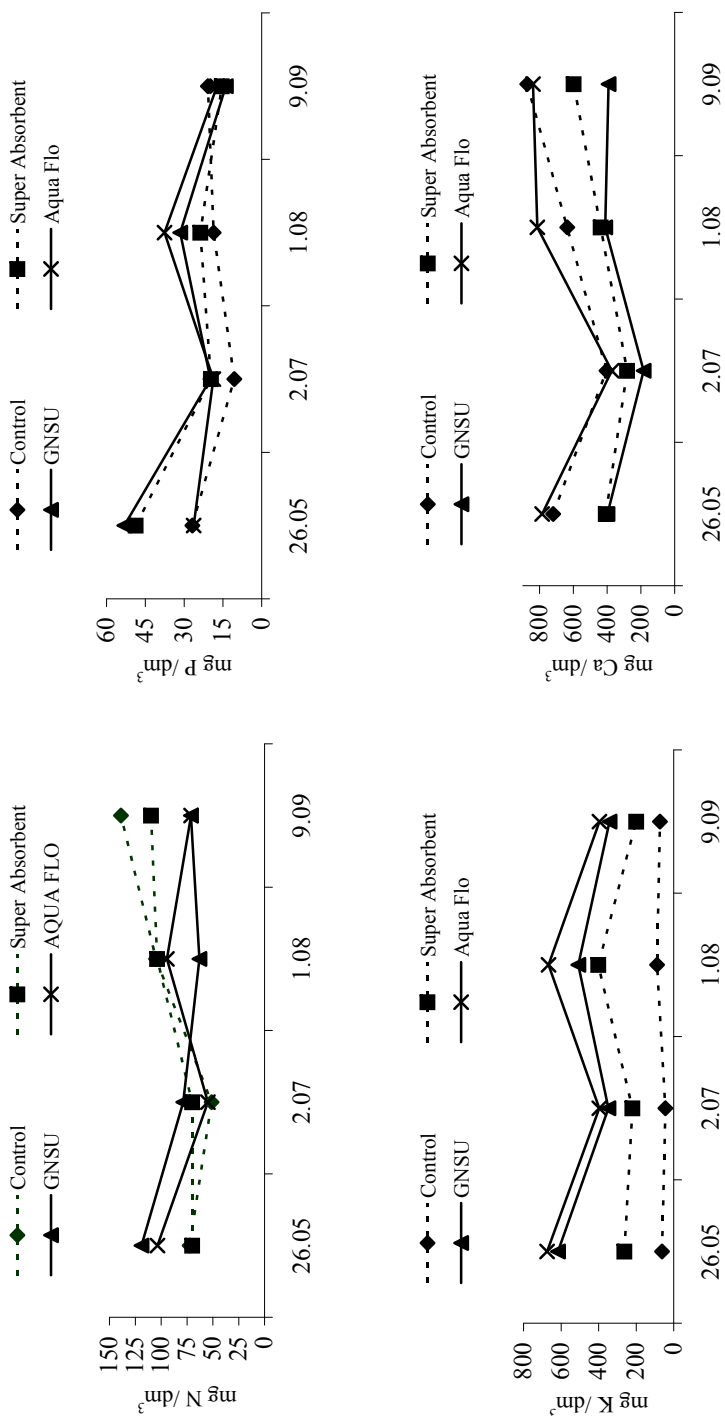
Zawartość potasu w podłożach z dodatkiem polimerów GNSU, AQUA FLO była wysoka i utrzymywała się w czasie uprawy na poziomie 342,3-674,5 mg K dm⁻³ (tab. 4). Niższe stężenia K oznaczano w obiekcie z dodatkiem Super Absorbentu (199,2-401,4 mg K), natomiast w podłożu kontrolnym zawartość K w czasie uprawy była wyrównana i mieściła się w zakresie 44,7-88,8 mg K dm⁻³ (ryc. 1). Wysokie stężenie potasu w podłożach wzbogaconych polimerami było prawdopodobnie spowodowane dysocjacją w roztworze glebowym jonów K⁺ z łańcuchów poliakrylanu potasu.

Tabela 4
Zmiany zawartości P, K, Mg i Ca (mg dm⁻³) w podłożach w uprawie stewartcji
Changes of P, K, Mg and Ca content in the substrates in growing of *Stewartia pseudocamelia*

Składnik Component	Podłoże Substrate	Terminy analiz – Dates of analyses			
		26.05	2.07	01.08	09.09
P	Kontrola – Control	26,8 a	10,6	18,6	20,8
	Super Absorbent	26,3 a	19,6	23,7	17,3
	GNSU	53,1 b	19,8	31,5	13,9
	Aqua Flo	48,7 b	18,7	37,6	15,4
K	Kontrola –Control	62,6 a	44,7 a	88,8 a	73,5 a
	Super Absorbent	263,0 b	219,8 b	401,4 b	199,2 b
	GNSU	616,8 c	348,2 c	507,9 b	342,3 c
	Aqua Flo	674,5 c	396,6 c	667,3 c	395,6 c
Mg	Kontrola – Control	106,7	54,1	89,7 a	60,7 b
	Super Absorbent	80,8	51,9	87,7 a	38,0 a
	GNSU	98,8	37,5	85,6 a	39,5 a
	Aqua Flo	105,6	58,6	121,7 b	52,7 ab
Ca	Kontrola – Control	719,9	404,3 c	636,7 b	873,6 b
	Super Absorbent	407,4	281,2 ab	438,0 a	598,2 ab
	GNSU	398,6	183,7 a	412,0 a	391,6 a
	Aqua Flo	785,1	372,5 bc	813,7 c	839,4 b

Poziom istotności ($\alpha = 0,05$).

Significant level ($\alpha = 0.05$).



Terminy analiz – Date of analysis

Ryc. 1. Zmiany zawartości N, P, K, Ca w podłożach w uprawie stewartcji
 Fig. 1. Changes of N, P, K, Ca content in the substrates in growing of *Stewartia pseudocamelia*

Zarówno w przypadku magnezu, jak i wapnia dodatek do podłoża polimerów GNSU i Super Absorbenta wpływał na obniżenie zawartości rozpuszczalnych form tych składników (tab. 4). Powodem tego mogło być silne zatrzymywanie jonów dwuwartościowych w strukturze polimerów akrylowych. Obserwowana tendencja wzrostu zawartości Ca we wszystkich podłożach w czasie uprawy była spowodowana prawdopodobnie używaniem twardej wody do podlewania, zawierającej około 70-80 mg Ca dm⁻³.

Ocena stopnia odżywienia roślin

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w stopniu odżywienia azotem, zarówno w formie amonowej, jak i azotanowej, pomiędzy roślinami rosnącymi w podłożach z dodatkiem nawozu wolno działającego Osmocote, a polimerowych preparatów nawozowych GNSU i AQUA FLO. Natomiast zawartość fosforu w roślinach zależała od formy zastosowanego nawożenia. Najwięcej tego składnika oznaczono w obiektach z GNSU (0,53% P) oraz AQUA FLO (0,46% P), natomiast najmniej w podłożach wzbogaconych Osmocote (tab. 5). **Benedycka i in.** (1998) wykazali, że fosfor z poliakrylanów nawozowych był w większym stopniu wykorzystywany przez rośliny kukurydzy i rzepaku niż z pożywki.

Tabela 5
Zawartość rozpuszczalnych form składników pokarmowych (% s.m.) w liściach stewarcji
Content of the soluble forms of nutrients (% of dry matter) in leaves of *Stewartia pseudocamelia*

Podłoże Substrate	% s.m. % d.m	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
Kontrola Control	92,4	0,03	0,02	0,30 a	1,73 a	0,53 b	0,66 b
Super Absor.	92,0	0,02	0,01	0,36 ab	3,23 b	0,34 a	0,27 a
GNSU	93,2	0,01	0,00	0,53 b	3,68 c	0,23 a	0,34 a
Aqua Flo	92,7	0,02	0,01	0,46 ab	3,37 bc	0,36 a	0,43 a

Poziom istotności ($\alpha = 0,05$).

Significant level ($\alpha = 0.05$).

Wysokie stężenie potasu w podłożach z dodatkiem supersorbentów wpływało istotnie na podniesioną zawartość tego składnika w liściach stewarcji. W roślinach rosnących w podłożu kontrolnym oznaczono 1,73% K, natomiast zawartość potasu w obiektach z dodatkiem polimerów mieściła się w granicach 3,23%-3,68%. Zawartość magnezu w roślinach stewarcji była bardzo zróżnicowana i mieściła się w zakresie 0,23%-0,53% s.m. Najwięcej Mg oznaczono w obiekcie kontrolnym, natomiast rośliny rosnące w podłożach z dodatkiem nawozowych preparatów polimerowych GNSU i AQUA FLO zawierały jedynie 0,23% i 0,36% Mg. W kombinacji z Super Absorbentem Plus, w której źródłem składników był, podobnie jak w kontroli, Osmocote Plus, zawartość magnezu była niska i wynosiła 0,34% Mg. Słaby stopień odżywienia magnezem roślin rosnących w podłożach z dodatkiem polimerów o wysokiej zawartości potasu mógł być

spowodowany konkurencją w pobieraniu przez rośliny kationów K^+ i Mg^{+2} z roztworu glebowego lub silnym zatrzymywaniem Mg w strukturze polimerów. Podobnie w przypadku wapnia, analiza wykazała najwyższą zawartość tego pierwiastka w obiekcie kontrolnym (0,66% Ca). W liściach roślin rosnących w podłożach z dodatkiem polimerów stężenie rozpuszczalnego Ca było niższe i mieściło się w zakresie od 0,27% (Super Absorbent) do 0,43% (AQUA FLO). Obniżenie zawartości jonów Mg^{+2} i Ca^{+2} w liściach ligusta wykazali **Taylor i Halfacre** (1986). Autorzy tłumaczą to zjawisko silnym wiązaniem dwuwartościowych jonów w strukturze polimerów i spadkiem ich dostępności dla roślin.

Wnioski

1. Stosowanie preparatów nawozowych GNSU i AQUA FLO oraz polimeru o nazwie Super Absorbent Plus jako dodatków do podłoża w uprawie stewartcji wpływało na spadek ich gęstości objętościowej oraz na zwiększenie pojemności wodnej.

2. Dodatek do podłoża hydrożeli, będących pod względem budowy chemicznej poliakrylanami potasowymi, powodowało uwalnianie znacznych ilości jonów K^+ do roztworu glebowego w trakcie uprawy stewartcji.

3. Preparaty nawozowe GNSU i AQUA FLO były lepszym źródłem przyswajalnego fosforu dla roślin niż Osmocote Plus.

4. Obniżona zawartość w podłożu oraz niski stopień odżywienia magnezem i wapniem roślin rosnących w obiektach z dodatkiem poliakrylanów może świadczyć o silnym wiązaniu jonów dwuwartościowych w strukturze polimerów i spadku ich dostępności dla roślin.

Literatura

- Domagała-Świątkiewicz I.** (2004): Ocena przydatności nawozowych preparatów polimerowych GNSU i AQUA FLO w uprawie roślin ogrodnich. Cz. I. Ocena właściwości fizykochemicznych oraz stopnia uwalniania składników pokarmowych z nawozowych preparatów polimerowych w warunkach laboratoryjnych. Roczn. AR, Poznań, 356.
- Helalia A.M., El-Amir S., Shawky M.E.** (1992): Effects of Acryhlope and Aquastore polymers on water regime and porosity in sandy soil. *Agrophysics* 6(1-2): 19-25.
- Hetman J., Martyn W.** (1996): Oddziaływanie hydrożelu na właściwości wodne podłoża ogrodnich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 429:133-135.
- Mikkelsen R.L.** (1994): Using hydrophilic polymers to control nutrient release. *Fertilizer Research* 38:53-59.
- Mikkelsen R.L.** (1995): Using hydrophilic polymers to improve uptake manganese fertilizers by soybeans. *Fertilizer Research* 41: 87-92.
- Nowosielski O.** (1988): Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa.
- Sady W., Domagała I.** (1995): Wpływ Ekogelu MI na wzrost mieszanki traw gazonowych. *Zesz. Nauk AR, Kraków*, 302: 49-58.
- Sady W., Ostrowska J., Kowalska I., Domagała I., Lis-Krzyściński A.** (1994): Przewodnik do ćwiczeń z uprawy roli i nawożenia roślin ogrodnich. Wyd. AR, Kraków.

- 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.
- Wang Y., Gregg L.L.** (1990): Hydrophilic polymers –their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 943-948.

EVALUATION OF USEFULNESS OF POLYMER FERTILIZER PREPARATIONS
GNSU AND AQUA FLO IN CULTIVATION OF HORTICULTURAL PLANTS
PART II. EVALUATION OF THE FERTILIZER VALUE AND THEIR EFFECT
ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE SUBSTRATES
IN GROWING OF *STEWARTIA PSEUDOCAMELIA*

S u m m a r y

In the present investigations with *Stewartia pseudocamelia* the fertilizer value as well as the effect of the fertilizer polymer preparations GNSU-70 and AQUA FLO-70 on the physico-chemical properties of the substrates in comparison with the fertilizer of controlled component releasing Osmocote Plus were evaluated. The decrease of the bulk density and increase of the water capacity of the substrates enriched with the polymers were stated. Addition of potassium polyacrylates to the substrate caused releasing of the considerable amounts of K^+ ions to the soil solution during plant growing. The higher content of P and K, and lower of Mg and Ca were determined in tissue plants grown on GNSU and on AQUA FLO than in the substrates with Osmocote. The reduced level of magnesium and calcium in the substrate and the poorer nourishment with these elements of the plants grown on the substrates with addition of polyacrylates, can be the evidence of the strong retaining of the divalent cations in the polymer structure and, hence, the decrease of their availability for plants.