

WPLYW NAWOŻENIA I INOKULACJI GRZYBAMI MIKORYZOWYMI NA WZROST I KWITNIENIE OSTEOSPERMUM (*Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL.)¹

Joanna Nowak

Zakład Uprawy Roślin Szklarniowych,
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

Wstęp

Grzyby tworzące mikoryzę pęcherzykowato-arbuskularną zwiększają pobieranie wody i składników mineralnych przez rośliny [MARONEK i in. 1982]. W wyniku tej symbiozy rośliny rosną lepiej i są bardziej odporne na niesprzyjające warunki środowiska [BIEHMANN, LINDERMAN 1983]. Mikoryzacja roślin rabatowych w czasie uprawy w szklarni może wpływać korzystnie na ich dalszy wzrost i kwitnienie po posadzeniu do gruntu. Kolonizacja korzeni przez grzyby mikoryzowe w warunkach uprawy szklarniowej jest trudna z powodu używania nawozów zawierających rozpuszczalne formy fosforu i podłoży torfowych, które posiadają małą zdolność do wiązania tego pierwiastka. Wysoka zawartość rozpuszczalnego P zwykle hamuje kolonizację korzeni przez grzyby mikoryzowe a także wzrost grzybnii w podłożu [BAGYARAJ, POWELL 1985; LIU i in. 2000].

Celem badań było poznanie możliwości kolonizacji korzeni osteospermum przez grzyby mikoryzowe w warunkach uprawy szklarniowej oraz wpływu mikoryzacji na wzrost i kwitnienie tej rośliny. Aby ograniczyć zawartość rozpuszczalnego P w podłożu zastosowano w nawożeniu podstawowym granulowany nawóz organiczny.

Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły ukorzenione sadzonki osteospermum (*Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL.) 'Denebola' długości około 7 cm. Posadzono je 14 grudnia do doniczek o średnicy 12 cm, wypełnionych substratem przygotowanym z torfu wysokiego odkwaszonego do pH 5,8 przy użyciu kredy. Przed posadzeniem sadzonek do substratu torfowego dodano granulowanego nawozu organicznego Eco-Mix 1 (9-3-3) (DCM, Belgia) w dawkach: 0, 1 i 4 g·dm⁻³ podłoża oraz

¹ Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003–2005 jako projekt badawczy.

mieszanki korzeni i podłoża inokulowanych wcześniej grzybami mikoryzowymi. Przygotowanie tej mieszanki opisano poniżej.

Inokulację korzeni grzybami mikoryzowymi przeprowadzono przy użyciu szczepionki mikoryzowej Endorize – TA AMF (Biorize Sarl, Francja). Korzenie sadzonek *Osteospermum* pokrywano szczepionką wg zaleceń producenta a następnie rośliny sadzono do doniczek wypełnionych substratem torfowym. Gdy korzenie *Osteospermum* zostały skolonizowane przez grzyby mikoryzowe, bryłę korzeniową pocięto na kawałki długości 1 cm. Następnie rozdrobione korzenie wraz z podłożem, w którym rosły, dodawano do świeżego substratu torfowego, w proporcji 1 dm³ mieszanki zawierającej grzybnię na 10 dm³ świeżego substratu. Kolonizację korzeni przez grzyby mikoryzowe sprawdzano barwiąc je w błękie trypanowym [PHILLIPS, HAYMAN 1970].

Właściwości chemiczne substratów torfowych używanych w badaniach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela I; Table 1

Właściwości chemiczne substratów torfowych przed posadzeniem ukorzenionych sadzonek *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

Chemical characteristics of peat substrates before planting of rooted cuttings of *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

Właściwości chemiczne substratów torfowych Chemical characteristics of peat substrates	Nawożenie; Fertilization Eco-Mix 1 (g·dm ⁻³)					
	0		1		4	
	inokulacja grzybami mikoryz. mycorrhizal inoculation					
	-	+	-	+	-	+
pH	5,6	5,8	5,7	5,8	5,7	5,8
Zasolenie; Total soluble salts (g NaCl·dm ⁻³)	0,091	0,091	0,105	0,112	0,245	0,224

Rośliny uprawiano w szklarni w warunkach polecanych dla *Osteospermum*. W czasie uprawy rośliny nawożono nawozem nie zawierającym fosforu Peters Professional (12-00-43 plus mikroelementy) w stężeniu 1 g·dm⁻³, raz na tydzień.

Pomiary roślin wykonano 12 kwietnia. Doświadczenie założono w układzie 2-czynnikowym. Każde traktowanie obejmowało 20 roślin, z których każda była traktowana jako powtórzenie. Wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu analizy wariancji, średnie porównywano testem Duncana przy prawdopodobieństwie 95%.

Wyniki i dyskusja

Badania mikroskopowe wykazały, że korzenie wszystkich roślin posadzonych do podłoża zawierających grzybnię mikoryzową zostały zasiedlone przez grzyby, niezależnie od zastosowanej dawki nawozu organicznego. Nie stwierdzono występowania grzybów mikoryzowych na korzeniach roślin posadzonych do podłoża bez grzybni, co świadczy o tym, że użyty torf (nie odkażany) był wolny od grzybów mikoryzowych.

Rośliny nawożone wyższymi dawkami nawozu organicznego były wyższe,

miały więcej liści oraz większą świeżą i suchą masę liści (tab. 1). System korzeniowy roślin nienawożonych nawozem organicznym był znacznie słabszy od systemu korzeniowego roślin nawożonych tym nawozem. Różnice te były przede wszystkim wynikiem braku fosforu, ponieważ w czasie uprawy rośliny nawożono nawozem płynnym zawierającym inne niezbędne pierwiastki. *Osteospermum* reaguje bardzo wyraźnie nie tylko na brak P, ale także na niski poziom tego pierwiastka w podłożu zahamowaniem wzrostu i kwitnienia [NOWAK 2001]. Nie stwierdzono dużych różnic w świeżej i suchej masie korzeni roślin nie skolonizowanych przez grzyby mikoryzowe i nawożonych nawozem organicznym w dawce 1 lub 4 g·dm⁻³.

Rośliny nienawożone nawozem organicznym i skolonizowane przez grzyby mikoryzowe były wyższe od nieskolonizowanych, miały także większą liczbę liści oraz większą świeżą i suchą masę liści i korzeni. Mikoryzacja nie wpływała na wysokość i liczbę liści roślin nawożonych organicznie. Zwiększała nieco świeżą masę liści roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 1 g·dm⁻³, ale nie zwiększała masy roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 4 g·dm⁻³. Największy system korzeniowy wytworzyły rośliny nawożone nawozem organicznym w dawce 4 g·dm⁻³ i skolonizowane przez grzyby mikoryzowe. Otrzymane wyniki wskazują, że korzystne oddziaływanie mikoryzacji na wzrost części nadziemnej roślin w warunkach niedoboru składników pokarmowych, może być znacznie ograniczone przez wysoki poziom P i innych składników pokarmowych w strefie korzeniowej. Potwierdzają to wyniki innych autorów [BOLAN 1991].

Tabela 2; Table 2

Wpływ nawożenia i inokulacji grzybami mikoryzowymi na wzrost *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

The effect of fertilization and mycorrhizal inoculation on growth of *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

Cechy wzrostu Growth characteristics	Nawożenie; Fertilization Eco-Mix 1 (g·dm ⁻³)					
	0		1		4	
	Inokulacja grzybami mikoryz. Mycorrhizal inoculation					
	-	+	-	+	-	+
Wysokość roślin; Height of plants (cm)	19,3 a ¹	27,3 b	30,8 c	32,2 c	40,2 d	38,4 d
Liczba liści; Leaf number	21,7 a	31,9 b	43,3 c	48,3 c	61,8 d	63,1 d
Świeża masa liści; Fresh weight of leaves (g)	8,7 a	15,8 b	21,6 c	26,3 d	49,8 f	43,2 e
Sucha masa liści; Dry matter of leaves (g)	1,36 a	2,21 b	2,88 c	3,23 c	5,75 d	5,23 d
Świeża masa korzeni; Fresh matter of roots (g)	14,4 a	18,6 b	30,9 d	28,5 d	24,3 c	41,0 c
Sucha masa korzeni; Dry matter of roots (g)	1,90 a	3,11 b	3,70 c	3,86 c	4,13 c	5,16 d

¹ Średnie w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie z prawdopodobieństwem 95% według testu Duncana; Means in rows with the same letter are not significantly different with probability of 95% according to the Duncan's multiple range test

Wpływ nawożenia organicznego i inokulacji grzybami mikoryzowymi na kwitnienie *osteospermum* przedstawiono w tabeli 2. Rośliny nie inokulowane grzybami mikoryzowymi i uprawiane w podłożu bez nawozu organicznego nie wytworzyły pąków kwiatowych. Rośliny nienawożone nawozem organicznym i zainokulowane grzybami mikoryzowymi zakwitły najwcześniej, ale miały mniej

pąków kwiatowych i kwiatów niż rośliny nawożone organicznie. Świeża i sucha masa ich pąków i kwiatów była także najmniejsza. Przyspieszenie kwitnienia w wyniku mikoryzacji obserwowano także u gerbery [WANG i in. 1993]. Mikoryzacja trochę opóźniała kwitnienie roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 1 g·dm⁻³, ale rośliny inokulowane miały więcej pąków kwiatowych i kwiatów. Mikoryzacja roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 4 g·dm⁻³ nie wpływała na termin kwitnienia, obniżała liczbę kwiatów i ich świeżą masę.

Ujemny wpływ mikoryzacji na wzrost i kwitnienie roślin wiązany jest z konkurencją pomiędzy grzybnią a systemem korzeniowym o asymilaty wytwarzane w liściach [SANDERS 1993]. Często nadmierny rozwój grzybni powoduje, że mikoryzacja nie tylko nie stymuluje wzrostu rośliny, ale ogranicza jej wzrost [AMJEE i in. 1990]. Na przebieg mikoryzacji i jej wpływ na wzrost roślin może oddziaływać wiele czynników wpływających na intensywność fotosyntezy, np. natężenie światła, stężenie CO₂, temperatura i in. W warunkach szklarniowych natężenie światła jest zwykle niskie dla optymalnego wzrostu roślin i grzybni, a nawożenie i nawadnianie zaspokajają wymagania roślin. Można przypuszczać, że rośliny rabatowe skolonizowane przez grzyby tworzące mikoryzę będą lepiej rosły i kwitły po posadzeniu do gruntu, szczególnie w warunkach stresowych.

Tabela 3; Table 3

Wpływ nawożenia i inokulacji grzybami mikoryzowymi na kwitnienie *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

The effect of fertilization and mycorrhizal inoculation on flowering of *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL. 'Denebola'

Cechy wzrostu Growth characteristics	Nawożenie; Fertilization Eco-Mix I (g·dm ⁻³)					
	0		1		4	
	inokulacja grzybami mikoryz. mycorrhizal inoculation					
	-	+	-	+	-	+
Liczba dni od posadzenia do kwitnienia Number of days from planting to flowering	-	111,0 a	117,8 b	122,9 c	121,1 c	121,8 c
Liczba pąków kwiat.; Number of flower buds	0 a	1,25 b	1,58 b	2,25 c	5,08 d	4,17 d
Liczba kwiatów; Number of flowers	0 a	0,67 ab	1,00 b	1,42 c	4,17 e	2,83 d
Świeża masa kwiat.; FM of flowers (g)	-	1,10 a	2,22 b	2,52 b	6,32 d	4,96 c
Sucha masa kwiatów; DM of flowers (g)	-	0,22 a	0,38 ab	0,50 b	1,06 c	0,92 c

¹ Średnie w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie z prawdopodobieństwem 95% według testu Duncana; Means in rows with the same letter are not significantly different with probability of 95% according to the Duncan's multiple range test

Wnioski

1. Kolonizacja korzeni *osteospermum* przez grzyby tworzące mikoryzę pęcherzykowato-arbuskularną jest możliwa w podłożu torfowym, warunkach uprawy szklarniowej, niezależnie od dawek nawozu organicznego zastosowanego w nawożeniu podstawowym.
2. Mikoryzacja korzeni *osteospermum* uprawianego w warunkach deficytu fosforu wpływa korzystnie na wzrost i kwitnienie roślin.

Literatura

- AMIJEE F., STRIBLEY D.P., TINKER P.B. 1990. Soluble carbohydrates in roots of leek (*Allium porrum*) plants in relation to phosphorus supply and VA mycorrhiza. Plant Soil 124: 195–198.
- BAGYARAJ D.J., POWELL C.L. 1985. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and fertiliser application on growth of marigold. New Zealand J. Agric. Res. 28(1): 169–173.
- BIERMANN B., LINDERMAN R.G. 1983. Increased geranium growth using pre-transplant inoculation with a mycorrhizal fungus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 972–976.
- BOLAN N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil 134: 187–207.
- PHILLIPS J.M., HAYMAN D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 150–160.
- LIU A., HAMEL C., HAMILTON R.I., MA B.L., SMITH D.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micro-nutrient levels. Mycorrhiza 9(6): 331–336.
- MARONEK D.M., HENDRIX J.W., KEIRNAN J. 1982. Mycorrhizal fungi and their importance in horticultural crop production. Hort. Rev. 3: 172–213.
- NOWAK J. 2001. The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and leaf nutrient concentration of *Osteospermum*. Acta Hort. 548: 557–560.
- SANDERS F.E. 1993. Modelling plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhizal infection. Adv. Plant Pathol. 9: 135–166.
- WANG H., PARENT S., GOSSELIN A., DESJARDINS Y. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizal peat-based substrates enhance symbiosis establishment and growth of three micropropagated species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 896–901.

Słowa kluczowe: *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL., nawożenie, mikoryza pęcherzykowo-arbuskularna, wzrost, kwitnienie

Streszczenie

Badano możliwość kolonizacji korzeni *osteospermum* przez grzyby tworzące mikoryzę pęcherzykowato-arbuskularną w warunkach uprawy szklarniowej oraz jej wpływ na wzrost i kwitnienie roślin. Do nawożenia podstawowego *osteospermum* zastosowano nawóz organiczny Eco-Mix 1 w dawkach 0, 1 i 4 g·dm⁻³. W czasie uprawy wszystkie rośliny nawożono nawozem bez fosforu Peters Professional (12-00-43 plus mikroelementy). Korzenie roślin inokulowanych zostały zasiedlone przez grzyby mikoryzowe niezależnie od dawek nawozu organicznego. Mikoryzacja korzeni roślin nienawożonych organicznie wpływała korzystnie na wzrost i kwitnienie *osteospermum*. Mikoryzacja nie wpływała na wysokość i liczbę liści roślin nawożonych organicznie, ale zwiększała świeżą masę liści roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 1 g·dm⁻³. Mikoryzacja nieco opóźniała kwitnienie roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce 1 g·dm⁻³, ale rośliny

ny inokulowane miały więcej pąków kwiatowych i kwiatów. Mikoryzacja roślin nawożonych nawozem organicznym w dawce $4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ nie wpływała na termin kwitnienia i obniżała liczbę kwiatów i ich świeżą masę.

THE EFFECT OF FERTILIZATION AND INOCULATION
WITH MYCORRHIZAL FUNGI ON GROWTH AND FLOWERING
OF OSTEOSPERMUM (*Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL.)

Joanna Nowak

Department of Floriculture,
Research Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice

Key words: *Osteospermum ecklonis* (DC.) NORL, fertilization, mycorrhiza VA, growth, flowering

Summary

Colonization of osteospermum roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi was studied in the greenhouse conditions. Its effect on growth and flowering of osteospermum was also investigated. Wholly organic fertilizer Eco-Mix 1 (9-3-3) at 0, 1, and $4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ was used as a preplant nutrient addition. During cultivation osteospermum was fertilized with Peters Professional (12-00-43 plus microelements). The roots of inoculated plants were colonised by mycorrhizal fungi regardless of preplant fertilization. Mycorrhizal inoculation of plants unfertilised organically before planting had beneficial effect on growth and flowering of osteospermum. It did not affect height and leaf number of plants fertilised organically, but increased fresh weight of leaves of plants fertilised with Eco-Mix 1 at $1 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Mycorrhizal inoculation slightly delayed flowering of plants fertilised with organic fertilizer at $1 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$, but inoculated plants had more flower buds and flowers than those of inoculated plants. Mycorrhizal inoculation of plants fertilised with Eco-Mix 1 at $4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ did not affect flowering time and decreased the number and fresh weight of flowers.

Prof. dr hab. Joanna Nowak
Zakład Uprawy Roślin Szklarniowych
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa
ul. Pomologiczna 18
96-100 SKIERNIEWICE