

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION DOSES AND MYCORRHIZATION ON THE YIELD AND ESSENTIAL OIL CONTENT IN THYME (*Thymus vulgaris* L.)

Summary

The effect of increasing nitrogen doses and soil inoculation with mycorrhizic fungi on the quality of thyme (*Thymus vulgaris* L.) yield have been determined. Nitrogen fertilization exerted a significant effect on yield of thyme raw material and on the content of essential oils. On the other hand, substrate mycorrhization brought a positive effect only at low nitrogen content in the substrate. The highest yield of fresh matter of thyme and of essential oils content was obtained using 180 = (120+60) mg N·dm⁻³ of substrate and the mycorrhization treatment. In leaves, in comparison with stems, higher amounts of nitrogen, calcium and magnesium were found. The amounts of phosphorus and sodium were similar, while the least amounts of potassium were found in leaves sampled from plants grown on the substrate with mycorrhizic fungi in comparison with analogical fertilization combinations without mycorrhization.

REAKCJA TYMIANKU WŁAŚCIWEGO (*Thymus vulgaris* L.) NA WZRATAJĄCE DAWKI AZOTU ORAZ ZABIEG SZCZEPIENIA GRZYBAMI MIKORYZOWYMI

Streszczenie

Określono wpływ nawożenia wzrastającymi dawkami azotu oraz zabiegu szczepienia grzybami mikoryzowymi na ilość i jakość plonu surowca tymianku właściwego. Nawożenie azotem miało istotny wpływ na plon surowca i zawartość olejku, natomiast zabieg mikoryzacji podłoża tylko przy niskim poziomie azotu w podłożu działał pozytywnie. Największy plon świeżej masy tymianku oraz zawartość olejku eterycznego uzyskano stosując 180 = (120 + 60) mg N·dm⁻³ podłoża oraz szczepionkę mikoryzową. W liściach, w porównaniu z łodygami oznaczono większe ilości azotu, wapnia i magnezu, podobne fosforu i sodu, a najmniejsze potasu. Liście pobrane z podłoża z grzybami mikoryzowymi gromadziły więcej azotu, a łodygi więcej potasu, wapnia i magnezu w porównaniu z analogicznymi kombinacjami nawozowymi bez szczepionki.

1. Wprowadzenie

Tymianek właściwy (*Thymus vulgaris* L.) należy do jednych z najważniejszych gatunków roślin zielarskich w Polsce. Surowcem jest ziele tymianku (Herba Thymi) zebrane w pełni kwitnienia roślin i wykorzystywane jako cenna przyprawa [1, 10]. Oprócz olejków eterycznych występują w ziele garbniki oraz składniki o charakterze fenoli uznane w ostatnich latach za jedno ze źródeł najsilniej działających przeciwutleniaczy [4]. Odmiana tymianku 'Słoneczko' daje obfity plon suchego ziele – 35 dt·ha⁻¹. Ziele otarte stanowi 60% plonu surowca, a zawartość olejku eterycznego w ziele wynosi 1,6% [9].

Mikoryza to forma współzycia o charakterze symbiozy pomiędzy korzeniami roślin wyższych i grzybami. U roślin zielnych występuje typ symbiozy wewnętrznej, czyli endotroficznej. Endomikoryza zwana też naczyniowo-arkuscularną (VA) charakteryzuje się tym, że grzyb rozwija się w protoplaście komórek [5, 12]. Mikoryza wpływa na zwiększone pobieranie przez system korzeniowy składników mineralnych przede wszystkim azotu, wapnia, fosforu, siarki i cynku oraz zwiększa tolerancję symbionta roślinnego na suszę, ataki patogenów i działanie toksyczne metali [3, 5, 12, 13].

Oddziaływanie mikoryzy zależy od zastosowanej szczepionki (rodzaju i gatunku grzyba). Dobrana odpowiednio do uprawy mikoryzacja może pozytywnie wpłynąć na ilość i skład związków wzbogacających rośliny [8].

Badania interakcji między rośliną, glebą a mikroorganizmami znajdują już praktyczne zastosowanie w rolnictwie zrównoważonym i ekologicznym, w rozwoju nowych technologii uprawy i nawożenia [11].

2. Cel badań

Ocena jakości surowca tymianku właściwego odm. 'Słoneczko' z oraz bez szczepienia grzybami mikoryzowymi przy wzrastającym nawożeniu podłoża azotem.

3. Materiał i metody badań

Doświadczenie wegetacyjne z uprawą tymianku właściwego odm. „Słoneczko” przeprowadzono w szklarni w pojemnikach o objętości 5 dm³ – (5 roślin w pojemniku) w mieszaninie gleby mineralnej i torfu wysokiego (v : v = 1 : 1). Schemat doświadczenia zróżnicowano do dwóch czynników:

- 1) dawek azotu stosowanych dwukrotnie tj. przedwegetacyjnie i pogłównie jako NH₄NO₃ w mg N·dm⁻³ podłoża: I-kontrola, II-180 = (120+60); III-360 = (240+120); IV-540 = (360+180),
- 2) zastosowania w części doświadczenia szczepionki mikoryzowej Vaxi-root firmy Mykoflor z Agrohdrogelem w formie zawiesiny wodno-żelowej rozdrobionych strzępek poprzez moczenie korzeni, gdy roślina była w fazie rozsady [6].

Pozostałe makro i mikrośladniki identyczne dla wszystkich kombinacji stanowiły tło badań. Zastosowano 5 g CaCO₃ na dm³ podłoża oraz w mg·dm³ podłoża: 80 P jako superfosfat potrójny granulowany, 160 K w postaci K₂SO₄, 100 Mg jako MgSO₄·7H₂O i 100 Polichelatu LS-7.

Dokonano jednorazowego zbioru ziela w okresie intensywnego wzrostu, wówczas bowiem zachodzą intensywne przemiany biochemiczne w tkankach.

Oceniano następujące cechy:

- masę surowca świeżego i suchego,
- masę liści i łodyg,
- zawartość olejku eterycznego,
- zawartość makroskładników w liściach i łodygach.

Zawartość olejku eterycznego w surowcu oznaczono w Instytucie Roślin i Przetworów Zielarskich w Zlewiskach koło Poznania, a zawartość makroskładników w Katedrze Nawożenia Roślin Ogrodniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Olejek eteryczny w suchym surowcu oznaczano metodą destylacji z parą wodną w aparacie Derynga zgodnie z metodyką Farmakopei VI [2].

W powietrznie suchym materiale roślinnym po jego homogenizacji oraz mineralizacji oznaczono całkowite zawartości:

N – metodą Kjeldahla na aparacie Parnasa-Wagnera,
P – kolorymetrycznie z molibdenianem amonu wg Shillaka,
K, Ca, Na – metodą fotometrii płomieniowej,
Mg – metodą absorpcji atomowej (AAS) [7].

4. Wyniki i dyskusja

Średni plon surowca tymianku świeżego był o 2,2 g, a suchego o 1,4 g mniejszy z roślin poddanych zabiegowi mikoryzacji w porównaniu ze średnim plonem surowca otrzymanego z roślin uprawianych bez mikoryzy (tab. 1). Taka zależność występowała również analizując zawartość olejku eterycznego w ziele. Surowiec z uprawy bez mikoryzy zawierał go średnio więcej o 26,3%.

Największy plon świeżej masy surowca tymianku otrzymano stosując szczepionkę mikoryzową oraz nawożenie azotem w dawce 180 = (120+60) mg·dm⁻³ podłoża. Przy większych dawkach azotu 360 = (240+120) oraz 540 = (360+180) mg·dm⁻³ podłoża z roślin gdzie stosowano mikoryzę otrzymano istotnie mniejszą masę surowca. Przypuszcza się, jak sugerują inni [5], że grzyb wykorzystał część produkowanych przez rośliny cukrów do rozwoju grzybni.

Badania własne znajdują potwierdzenie w literaturze, świadczącej o szczególnej roli mikoryzy we wzroście i rozwoju roślin na stanowiskach ubogich w składniki pokarmowe [5].

W uprawie tymianku bez szczepionki mikoryzowej nie stwierdzono istotnych różnic w plonie świeżej masy surowca oraz zawartości olejku eterycznego stosując nawożenie azotem 180 = (120+60) oraz 360 = (240+120) mg N·dm⁻³ podłoża. Porównując parametry ilościowe plonu w kombinacji, w której zastosowano największą dawkę azotu 540 = (360+180) mg N·dm⁻³ podłoża z kontrolą (bez uzupełnienia podłoża w azot) nie stwierdzono istotnych różnic w plonie suchej masy surowca, liści i łodyg w części doświadczenia bez mikoryzacji. Brak istotnych różnic stwierdzono także w plonie świeżej i suchej masy surowca w wariancie doświadczenia z grzybami mikoryzowymi.

W miarę wzrostu nawożenia azotem zwiększała się w liściach tymianku zawartość azotu, fosforu, wapnia, magnezu oraz z wyjątkiem kombinacji największej (560 mg N·dm⁻³ podłoża) potasu (tab. 2.). Niezależnie od poziomu nawożenia azotem w liściach zebranych z roślin zmikoryzowanych w porównaniu z analogicznymi kombinacjami bez szczepionki wykazano więcej azotu i wapnia.

W łodygach wraz ze wzrostem nawożenia azotem zwiększała się zawartość potasu i magnezu niezależnie od zabiegu mikoryzy oraz zawartość wapnia w wariancie bez stosowania mikoryzy (tab. 3.). W łodygach zebranych z roślin uprawianych ze szczepionką mikoryzową oznaczono większe zawartości potasu i magnezu w porównaniu z analogicznymi kombinacjami nawozowymi bez szczepionki.

Tab. 1. Wpływ nawożenia azotem i mikoryzacji na plonowanie i zawartość olejku w ziele tymianku
Table 1. Effect of nitrogen fertilization and mycorrhization on the yield and essential oil of thyme

Nawożenie azotem mg N·dm ⁻³ podłoża <i>Nitrogen fertilization mg N·dm⁻³ substrate</i>	Plon świeżej ma- sy surowca g·roślina ⁻¹ <i>Yield fresh mass raw material g·plant⁻¹</i>	Plon suchej masy <i>Yield of dry mass</i> g·roślina ⁻¹ <i>g·plant⁻¹</i>			Zawartość olejku eterycznego % <i>Content of essen- tial oil %</i>
		surowca <i>raw material</i>	liści <i>leaves</i>	łodyg <i>stems</i>	
<i>Bez mikoryzacji / Without mycorrhization</i>					
Kontrola control	8,3 c	4,2 c	2,2 c	1,9 c	1,20 b
180=120+60*	26,6 a	11,8 a	6,1 a	5,7 a	1,90 a
360=240+120	25,0 a	9,1 b	4,8 b	4,3 b	1,90 a
540=360+180	15,4 b	5,3 c	2,9 c	2,4 c	1,85 a
Średnia mean	18,8	7,6	4,0	3,6	1,71
<i>Z mikoryzacją / With micorrhization</i>					
Kontrola control	10,3 c	4,8 c	2,7 b	2,1 b	1,12 c
180=120+60	31,2 a	11,4 a	5,6 a	5,8 a	1,95 a
360=240+120	18,9 b	6,6 b	3,7 b	2,9 b	1,80 ab
540=360+180	5,8 c	2,0 c	1,1 c	0,9 c	1,70 b
Średnia mean	16,6	6,2	3,3	2,9	1,26

* Azot w nawożeniu pogłównym / *The nitrogen rate in top-dressing*

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla $\alpha = 0,05$
Means followed by the same letter in each column are not different at $\alpha = 0,05$

Tab. 2. Wpływ nawożenia azotem i mikoryzacji na zawartość makroelementów w liściach tymianku[%]
 Table 2 Effect of nitrogen fertilization and mycorrhization on the content of macroelements in thyme leaves [%]

Nawożenie azotem mg N·dm ⁻³ podłoża Nitrogen fertilization mg N·dm ⁻³ substrate	N	P	K	Ca	Mg	Na
Bez mikoryzacji / Without mycorrhization						
Kontrola / Control	0,22	0,13	0,90	2,57	0,51	0,05
180=120+60	1,66	0,12	1,32	2,14	0,52	0,06
360=240+120	2,04	0,14	1,27	2,72	0,71	0,07
540=360+180	2,76	0,16	1,22	3,27	0,74	0,07
Z mikoryzacją / With mycorrhization						
Kontrola / Control	0,77	0,11	0,82	2,90	0,53	0,03
180=120+60	0,67	0,09	0,99	2,72	0,43	0,03
360=240+120	2,56	0,11	1,28	2,82	0,70	0,06
540=360+180	2,80	0,16	1,21	3,34	0,81	0,08

Objaśnienia jak w tab. 1 / Explanations as in Table 1

Tab. 3. Wpływ nawożenia azotem i mikoryzacji na zawartość makroelementów w łodygach tymianku[%]
 Table 3 Effect of nitrogen fertilization and micorrhization on the content of macroelements in thyme stem [%]

Nawożenie azotem mg N·dm ⁻¹ podłoża Nitrogen fertilization mg N·dm ⁻¹ substrate	N	P	K	Ca	Mg	Na
Bez mikoryzacji / Without micorrhization						
Kontrola / Control	0,13	0,11	1,64	1,44	0,42	0,08
180=120+60	0,63	0,12	1,3	0,97	0,30	0,05
360=240+120	1,00	0,10	1,52	1,62	0,44	0,08
540=360+180	1,33	0,08	1,62	2,16	0,58	0,11
Z mikoryzacją / With micorrhization						
Kontrola / Control	0,49	0,13	1,76	1,42	0,40	0,07
180=120+60	0,67	0,08	1,87	1,20	0,35	0,07
360=240+120	1,31	0,11	1,91	2,02	0,53	0,09
540=360+180	1,30	0,11	1,77	1,79	0,58	0,08

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanations as in Table 1.

Zwiększone pobieranie azotu i wapnia oraz cynku, siarki i fosforu po zastosowaniu szczepionki mikoryzowej potwierdzają badania innych [5, 13].

Rozwój mikoryzy wpływa szczególnie na podwyższenie zawartości fosforu w roślinie, zwłaszcza, gdy występuje on w stężeniach niedostępnych dla roślin [4, 5, 13]. Grzyby mikoryzowe mają bowiem zdolność wydzielania metabolitów zwiększających dostępność trudno rozpuszczalnych związków fosforu. W niniejszych badaniach, ponieważ poziom fosforu w podłożu był optymalny, nie ujawnił się wpływ grzybów mikoryzowych na wzrost zawartości tego makroskładnika w roślinie tymianku.

5. Wnioski

1. Największy plon świeżej masy surowca tymianku otrzymano stosując 180 = (120+60) mg N·dm⁻³ podłoża oraz szczepionkę mikoryzową. Dawka ta okazała się również optymalną dla plonu suchej masy i zawartości olejku eterycznego w surowcu.
2. Wzrost poziomu azotu w podłożu zwiększał zawartość azotu, fosforu, wapnia i magnezu w liściach oraz potasu i magnezu w łodygach tymianku.
3. Zastosowanie szczepionki mikoryzowej Vaxi-root zwiększało zawartość szczególnie azotu i wapnia w liściach i łodygach oraz magnezu tylko w łodygach tymianku.

6. Literatura

- [1] Dachler M., Pelzmann H. (1999): Arznei- und Gewürzpflanzen. Agrarverlag Klosterneuburg.
- [2] Farmakopea Polska VI. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa 2003.
- [3] Hilszczańska D.: Mikoryzy i ich rola w środowisku. Sylwan Nr 2, s. 59-64, 1997.
- [4] Kostrzewa E.: Aromatyzujące, konserwujące i barwiące właściwości przypraw ziołowych. Wiad. Ziel. 3, s. 17-19, 1997.
- [5] Kozłowska M. (red.): Fizjologia roślin – od teorii do nauk stosowanych. PWRiL, Warszawa, 2007.
- [6] Kubiak J., Szałański W. Mikoryza w terenach zieleni – luksus czy konieczność?. Ogród. Pol. 2006; 67-68.
- [7] Nowosielski O.: Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa, 1988.
- [8] Richter J., Stützer M., Schellenberg I.: Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition aroma components of marjoram (*Majorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). Essential oil, Budapeszt 2005.
- [9] Seidler-Łożykowska K.: odmiany roślin zielarskich. Inst.. Roślin i Przetw. Zielar. Poznań 2008.
- [10] Seidler-Łożykowska K., Kaźmierczak K. (2001): Hodowla roślin przyprawowych w IRIiPZ. Ann. Un. Mariae Curie Skłodowska. Supl. 9:307-310.
- [11] Sen R.: The root-microbe-soil interface: New tool for sustainable plant production. New Phytol. 2003, 157(3), 391-398.
- [12] Smith S.E., Read D.J.: Micorrhizal symbiosis. Second edition Academic Press, London 1997.
- [13] Turnau K.: Mikoryza w siedliskach skażonych metalami toksycznymi. Wiad. Botan. 37(1/2): 43-58, 1993.