

TECHNICZNE ASPEKTY PRZYGOTOWANIA SZCZEPIONKI MIKORYZOWEJ DO APLIKACJI

Jerzy Kubiak

Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

Streszczenie. Mikoryzacja jest to symbioza między grzybami a korzeniami roślin uprawnych. Symbioza ta jest wzajemnie korzystna, ponieważ grzyb zyskuje siedlisko i dostęp do związków organicznych z korzeniami roślin, natomiast roślina udostępnia składniki mineralne z podłoża dzięki mineralizacji jak i znacznemu zwiększeniu pobierania składników pokarmowych poprzez pozakorzeniowe strzępki symbiotanta grzybowego. Na podstawie dotychczasowych badań laboratoryjnych określono optymalną liczbę propagul żywych w stosunku do czasu miksowania i rozcieńczenia. Wyniki badań umożliwiły dokonanie analizy matematycznej i opisanie tego modelem matematycznym oraz opisanie technologii mikoryzacji i nawożenia w różnych fazach wzrostu roślin.

Słowa kluczowe: szczepionka mikoryzowa, żywa propagula

Wprowadzenie

Rozwiązanie problemów badawczych, powstających w związku z prowadzonymi procesami mikoryzacji, posiada dwa aspekty:

- naukowy, którego celem jest wyjaśnienie zjawisk występujących w procesie mikoryzacji,
- praktyczny, którego celem jest wskazanie optymalnych sposobów mikoryzacji w różnych fazach wzrostu roślin ozdobnych poszerzony o technologie nawożenia dolistnego i doglebowego.

W obu tych przypadkach dobrze jest, gdy działania badawcze korzystają z dorobku uznanych teorii naukowych co jest uzasadnione metodologicznie [Jaros, Pabis 1986; Jaros 1999].

Problemy badawcze związane z techniką mikoryzacji koncentrują się na określeniu liczby propagul niezbędnej w aplikowanej dawce szczepionki mikoryzowej firmy Mykoflor. Bardzo istotne jest to, że szczepionki mikoryzowe firmy Mykoflor są szczepionkami vegetatywnymi, gwarantującymi efekt mikoryzacji nawet, gdy zabieg mikoryzacji wykonany jest w skrajnie niekorzystnych warunkach atmosferycznych.

Optymalne warunki atmosferyczne są wtedy gdy temperatura gleby na głębokości 10 cm wynosi powyżej 12°C. Wilgotność zaś powyżej 60% pojemności wodnej.

Cel pracy

Celem pracy była analiza procesu i sformułowanie matematycznych modeli opisujących i wyjaśniających proces technicznego przygotowania szczepionki mikoryzowej do aplikacji, na który składają się rozdrobnienie grzybni matki, sporządzenie zawiesiny grzybni w wodzie i jej rozcieńczenie do odpowiedniego stężenia z wodą z dodatkiem żelu. Brak teorii badanego procesu utrudnia jego efektywne i kompletne wykorzystanie. Podjęte badania mogą wzbogacić zarówno wiedzę naukową jak i użyteczną (praktycznie użyteczną). Wykorzystanie i połączenie poszczególnych elementów technologicznych uprawy: jak przygotowanie grzybni, aplikacja szczepionki w określonych warunkach przy spełnieniu właściwych parametrów wpływa na efekt końcowy mikoryzacji jakim jest opracowanie pełnej technologii mikoryzacji i nawożenia.

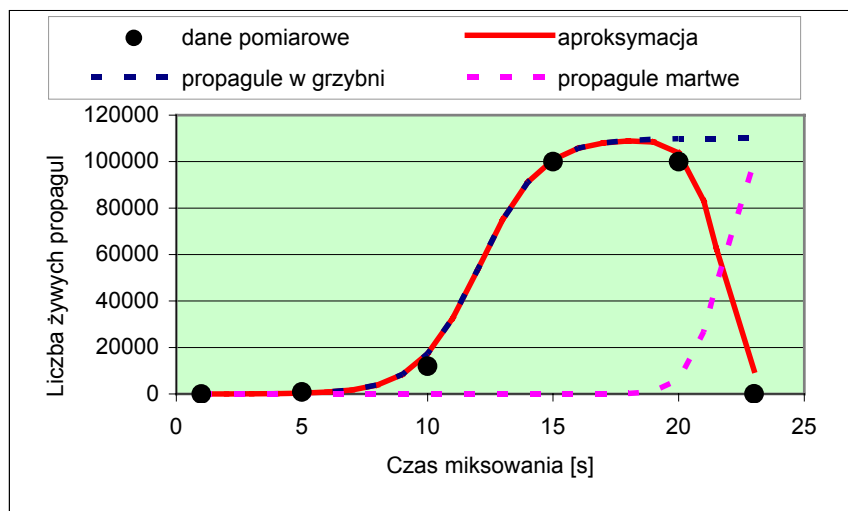
Metodyka

Do miksera o objętości 1 litra wody zaaplikowano 1 porcję grzybni matki. Elementem roboczym miksera są cztery noże miksujące grzybnię z prędkością obrotową elementu roboczego $14 \text{ tys} \cdot \text{min}^{-1}$, co ustalono w badaniach wstępnych w celu otrzymania zawiesiny miksując od 10 do 25 sekund. Do uzyskania szczepionki przygotowaną zawieszoną matkę rozcieńcza się w 20 litrach wody z dodatkiem żelu. Określenie czasu miksowania było celem tych badań bowiem od czasu miksowania zależy stopień rozdrobnienia grzybni matki, a tym samym liczba propagul w szczepionce. W eksperymentach badano zmiany liczby propagul w 1 litrze zawiesiny. Metoda liczenia żywych propagul polega na aplikacji 1 ml przygotowanej szczepionki do aplikacji naszczepleniu na szalkę i liczeniu pod mikroskopem kiełkujących propagul w 2 doby po naszczepleniu.

Od 2007 roku firma Mykoflor odstąpiła od sprzedaży grzybni matki w związku z często pojawiającymi się nieprawidłowościami pracy różnych mikserów. Dotyczy to liczby obrotów jak i czasu miksowania. Sprzedaje się obecnie jedynie szczepionkę już przygotowaną, zmiksowaną, stężoną, którą należy jedynie rozcieńczyć przed jej aplikacją.

Analiza wyników badań

Wyniki badań przedstawiono na wykresie (rys. 1). Z przebiegu krzywej miksowania na liczbę propagul szczepionki grzybni mikoryzowej wynika, że wzrost liczby propagul rozpoczyna się po pięciu sekundach miksowania, osiągając liczbę maksymalną po 17 sekundach.



Rys. 1. Wpływ czasu miksowania na liczbę propagul
 Fig. 1. Effect of mixing time on number of particles

W wyniku analizy badań procesu miksowania grzybni i wpływu czasu miksowania na liczbę propagul zaprezentowanego na wykresie (rys. 1) można sformułować następującą hipotezę wyjaśniającą badany proces. Na skutek rozdrabniania grzybni matki wzrasta liczba propagul w zawieszynie, jednakże przy zbyt długo trwającym rozdrobnieniu wzrasta w tej zawieszynie liczba propagul martwych. Hipotezę powyższą można przedstawić w postaci poniższego równania:

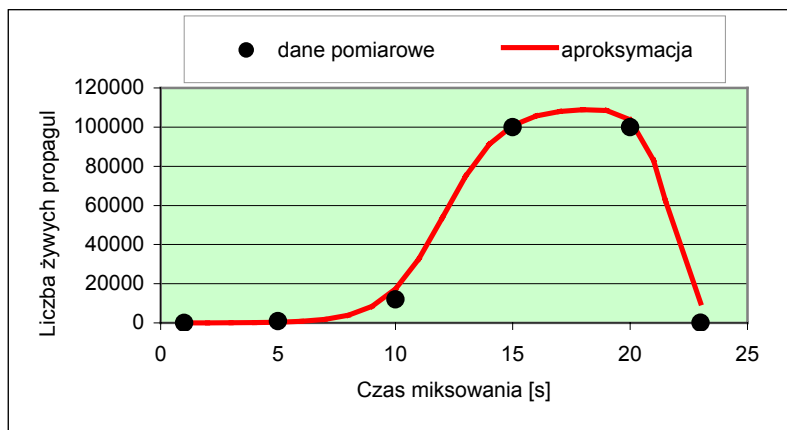
$$Lz(t) = Pg(t) - Pm(t) \quad (1)$$

gdzie;

- Lz – liczba propagul żywych, szt.
- Pg – propagule w rozdrabnianej grzybni, szt.
- Pm – martwe propagule w rozdrabnianej grzybni, szt.
- t – czas miksowania, s

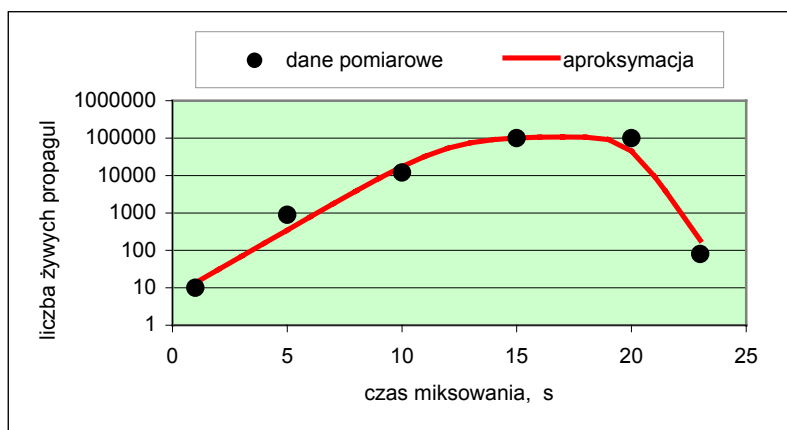
Zależność liczby żywych propagul w grzybni matce od czasu miksowania przedstawiono na wykresie w układzie ortokartezjańskim (rys. 2).

Zależność, liczby żywych propagul w grzybni matce od czasu miksowania przedstawiono również na wykresie w układzie półlogarytmicznym (rys. 3), który dokładniej pokazuje przebieg wykresu modelu (2) względem punktów pomiarowych, w początkowych 10-ciu sekundach miksowania.



Rys. 2. Wpływ czasu miksowania na liczbę żywych propagul w grzybni matce – wykres w układzie ortokartezjańskim

Fig. 2. Effect of mixing time on number of live particles in mother mycelium – graph including the orthokartesian system



Rys. 3. Wpływ czasu miksowania na liczbę żywych propagul w grzybni matce – wykres w układzie półlogarytmicznym

Fig. 3. Effect of mixing time on number of live particles in mother mycelium – graph including the semi logarithmic system

W czasie miksowania grzybni matki w wodzie, powstają propagule, które charakteryzują się różnym stopniem oddziaływania na mikoryzowane rośliny. Może to być oddziaływanie agresywne, wtedy gdy grzybnia matka nie jest jeszcze dostatecznie rozdrobiona albo oddziaływanie słabnące gdy po zbyt długim miksowaniu zaczyna wzrastać liczba propagul martwych [Kubiak 2006].

Matematyczny model badanego procesu zgodnie z przedstawioną hipotezą można sformułować w oparciu o logistyczną funkcję wzrostu [Jaros 1999], czyli:

$$Lz(t) = \frac{c_1 p_{\max}}{c_1 + (p_{\max} - c_1) \exp(-A p_{\max} t)} - \frac{c_2 p_{\max}}{c_2 + (p_{\max} - c_2) \exp(-B p_{\max} t)} \quad (2)$$

gdzie:

- p_{\max} – maksymalna liczba żywych propagul,
- A – współczynnik rozdrabniania,
- B – współczynnik szybkości dezaktywacji propagul,
- c_1, c_2 – współczynniki liczbowe.

Wartości parametrów zawartych w równaniu (2) zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości parametrów zawartych w równaniu (2)

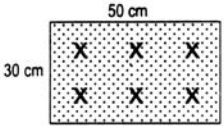



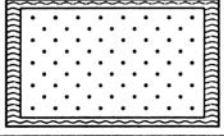

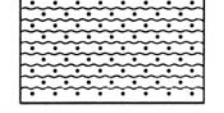






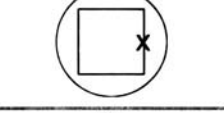


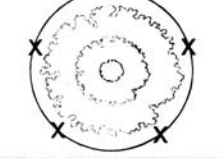


Table 1. Values of parameters given in the equation (2)

Oznaczenie	Symbol	Wartość
Maksymalna liczba żywych propagul [szt.]	p_{\max}	110 000
Współczynnik rozdrabniania	A	$74 \cdot 10^{-7}$
Współczynnik szybkości dezaktywacji propagul	B	$18 \cdot 10^{-6}$
Współczynniki liczbowe	c_1	6
	c_2	10^{-12}

Współczynniki A , B oraz c_1 i c_2 zostały dobrane w wyniku aproksymacji wartości pomiarowych funkcją (2). Jeżeli uznamy iż przedstawiona hipoteza jest logiczna (zgodnie z istniejącą wiedzą teoretyczną) oraz jest potwierdzona praktycznie, zatem wyznaczenie współczynnika wyjaśnia proces tworzenia propagul w ogóle oraz proces tworzenia propagul martwych.

Możliwość mikoryzacji i nawożenia pozwoliła na opracowanie kompleksowej technologii mikoryzacji i nawożenia doglebowego i dolistnego obecnie coraz powszechniej stosowanego w szkółkarstwie ozdobnym. Jak również wykorzystanie do tego celu specjalistycznego sprzętu jakim jest aplikator do mikoryzy „Mikor”. Aplikator do nawozów granulowanych „Strzelec” oraz opryskiwacze plecakowe i wózkowe z akumulatorem. Sprzęt ten jest całkowicie polskiej myśli konstrukcyjnej i wykonawczej produkowanej na skale masową.

Na schemacie (rys. 4) zaproponowano nową technologię mikoryzacji i nawożenia opracowaną na podstawie kilkuletnich badań w różnych fazach rozwojowych roślin.

Lp	Opis fazy wzrostu	Schemat	Sposób nawożenia	
			doglebowe	dolistne
1.	PIKÓWKI - 3-6 razy aplikacja szczepionki mikoryzowej do substratu		—	
2.	SADZONKI Z ODKRYTYM SYSTEMEM KORZENIOWYM: - zamoczenie systemu korzeniowego w szczepionce mikoryzowej		—	
3.	SADZONKI W MULTIPLATACH: - zanurzenie spodu multiplatu w szczepionce mikoryzowej		—	
4.	PODANIE SZCZEPIONKI DO KULTUR IN-VITRO: - podanie szczepionki mikoryzowej do substratu		—	
5. DONICZKI:				
a.	NANIESIENIE SZCZEPIONKI - na bryłę korzeniową przy przesadzaniu roślin z doniczek 9 x 9 cm do 15 x 15 cm		—	
b.	APLIKACJA SZCZEPIONKI - do roślin rosnących w doniczkach 15 x 15 cm			
c.	APLIKACJA SZCZEPIONKI - w bryłę korzeniową przy przesadzaniu roślin z mniejszej do większej doniczki (np 3,0 do 7,5 l)			
d.	APLIKACJA SZCZEPIONKI - w bryłę korzeniową roślin rosnących w dużych pojemnikach (50 l i więcej)			

Techniczne aspekty przygotowania...

Lp	Opis fazy wzrostu	Schemat	Sposób nawożenia	
			doglebowe	dolistne
6	ROŚLINY W GRUNCIE			
a.	MIKORYZACJA SZKÓLEK GRUNTOWYCH, LEŚNYCH I OZDOBNYCH - mikoryzacja pomiędzy roślinami, jak pokazano na schemacie			
b.	MIKORYZACJA ZALESIEŃ I MŁODNIKÓW - mikoryzacji podlega każda roślina			
c.	MIKORYZACJA DUŻYCH DRZEW - podczas przesadzania		-	
d.	MIKORYZACJA DUŻYCH DRZEW I KRZEWÓW - rosnących w gruncie po przesadzeniu			
LEGENDA				
1. opryskiwacz plecakowy elektryczny				
2. opryskiwacz wózkowy elektryczny				
3. aplikator do nawozów granulowanych				

Rys. 4. Technologia mikoryzacji i nawożenia
Fig. 4. Technology of mycorrhiza and fertilization

Wnioski

Analiza hipotezy i jej matematycznego modelu pozwala wysnuć następujące wnioski:

1. Zbyt długi czas rozdrabniania grzybni matki (miksowanie zawiesiny) ponad 20 sekund, powoduje spadek żywych propagul co potwierdziły badania praktyczne.
2. Stopień rozdrobnienia grzybni matki zależy od liczby noży i rozdrabniacza. W wyniku przeprowadzonych badań wstępnych stwierdzono, że optymalne rozdrobnienie uzyskuje się przy 14 tys. obr·min⁻¹, i czterech nożach elementu roboczego.

Bibliografia

- Jaros M.** 1999. Kinetyka suszenia warzyw. Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie, nr 224, Wydawnictwo AR. Lublin. ISBN
- Jaros M., Pabis S.** 1986. Matematyczne modelowanie procesu wzrostu zwierząt, cz. VII. Weryfikacja matematycznego modelu wzrostu ciała bydła rzeźnego uwzględniającego różne poziomy żywienia. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 76-C-3, s. 127-140.
- Kubiak J.** 2006. Wybrane problemy mikoryzacji roślin dla potrzeb rolnictwa zrównoważonego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z 508. s. 87-96.

TECHNICAL ASPECTS OF PREPARING MYCORRHIZAL VACCINE FOR APPLICATION

Abstract. On the basis of laboratory investigations the optimum number of live and dead particles of vegetative mycorrhiza mycelium in relation to mixing time and hydration rate were found. Results of the investigations gave possibility to carry out mathematical analyse, which cover process of growth of live mycelium particles and describe the growth by mathematical model. Effects of mycorrhiza process (using vegetative mycelium produced by Mycoflor firm) on overground and underground growth of plants (on an example of *Th. occ. Szmaragd var.*) were presented in some previous papers prepared by the Author.

Key words: mycorrhiza mycelium types, particle

Adres do korespondencji:

Jerzy Kubiak; e-mail: jerzy.kubiak@op.pl
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa