

## PROMIENIOWANIE ULTRAFIOLETOWE W OGRANICZANIU ZGORZELI SIEWEK SOSNY ZWYCZAJNEJ (*PINUS SYLVESTRIS L.*)

Krzysztof Słowiński

*Katedra Mechanizacji Prac Leśnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono problematykę dotyczącą zastosowania promieniowania ultrafioletowego w dezynfekcji gleby. Szczególnie uwagę zwrócono na użycie ultrafioletu do ograniczania szkód wywoływanych przez zgorzel siewek w szkółkach leśnych. Przeprowadzono doświadczenie laboratoryjne zdolności dezynfekujących promieniowania UV-C na zainfekowanym podłożu pobranym ze szkółki leśnej. Doświadczenie obejmowało pięć wariantów zróżnicowanych czasem i dawką promieniowania. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że metoda ta nie przyniosła spodziewanego efektu ograniczania zgorzeli siewek.

**Słowa kluczowe:** szkółkarstwo leśne, ultrafiolet, UV-C, dezynfekcja

### Wstęp

Jedną z groźniejszych chorób występującą na szkółkach jest zakaźna zgorzel siewek wywoływana przez grzyby: *Fusarium oxysporum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia solari*, *Phytophthora coctarum* oraz inne. Są one nazywane grzybami zgorzelowymi i należą do rodzajów: *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Alternaria*, *Phytophthora* i *Pythium*. Wyróżnia się dwa typy zgorzeli. Pierwszy to zgorzel przedwzrostowa, która atakuje kielki i wtedy siewki najczęściej nie pojawiają się na powierzchni gleby. Druga to zgorzel powzrostowa, w której siewki są porażane po ukazaniu na powierzchni gleby. Najbardziej podatne są siewki do 3-6 tygodni po ukazaniu, starsze uodparniają się. Objawia się ona szernieniem korzonka głównego, zanikiem korzonków bocznych, poczernieniem oraz przewężeniem łodyżek u nasady, a następnie przewracaniem się siewek.

Aby zdezynfekować przedmioty można je ogrzewać wrzącą wodą i parą wodną pod ciśnieniem oraz suchym gorącym powietrzem. Wysoka temperatura jest najpewniejszym i najszerzej stosowanym czynnikiem bakteriobójczym. Jej skuteczność jest uzależniona od czasu jej działania pozwalając unieczynniać zarówno formy wegetatywne, jak i spory bakterii.

Odporność drobnoustrojów na temperaturę mieści się w szerokim zakresie od 50°C w środowisku wilgotnym w czasie kilku minut działania dla wysoce wrażliwych drobnoustrojów do 300°C w środowisku suchym w czasie 30 minut dla wysoce opornych spor (przetrwalniki bakterii). Do najwrażliwszych drobnoustrojów należą pleśnie, drożdże i inne grzyby. Formy wegetatywne drożdży giną już w temperaturze 50-60°C, ale do ich unieczynniania stosuje się temperaturę o ok. 10-20°C większą [Kosek i in. 2002].

Ze względu na swoją specyfikę w obiektach szkółkarskich można zastosować tylko niektóre z szerokiej gamy sposobów zastosowania temperatury do odkażania. Jedną z podstawowych metod jest wykorzystywanie gorącej pary wodnej zwana inaczej parowaniem. Polega ona na poddaniu gleby działaniu gorącej pary wodnej wytworzonej w specjalnych wytwornicach i ogrzaniu gleby do temperatury 70–75°C. Metoda ta opiera się na wrażliwości zarówno grzybów, wirusów jak i form wegetatywnych bakterii na działanie w środowisku wilgotnym temperatury w zakresie 60–70°C [Kosek i inni 2002]. Niestety do wytworzenia odpowiedniej ilości pary wodnej wymagany jest duży nakład energetyczny. Jak podaje K. Rutkowski energochłonność tej metody waha się w granicach 101 MJ·m<sup>-2</sup> do 182 MJ·m<sup>-2</sup> powierzchni parowanej oraz od 448 MJ·m<sup>-3</sup> do 875 MJ·m<sup>-3</sup> gleby przeparowanej skutecznie. Obecnie prowadzi się badania nad zastosowaniem promieni  $\gamma$  (gama), mikrofal oraz promieniowania UV. Metody te z założenia mają być równie skuteczne, przy mniejszym wydatku energetycznym, czyli taniej dezynfekować glebę. Metody te stosuje się z powodzeniem w innych dziedzinach takich jak medycyna, przemysł spożywczy [Latanowicz i Latosińska 2000]. Anna Drzewiecka [2009] pisze w swoim artykule o opracowaniu nowej metody dezynfekcji wykorzystującej UV-C do dezynfekcji podłoża w namiotach foliowych. Metoda stworzona przez naukowców holenderskich jak podaje autorka, wykazała podczas badań zmniejszenie o 40% porażenia pomidorów przez grzyby z rodzaju *Botrytis*. Metoda ta wykazała również skuteczność w zwalczaniu zarodników *Fusarium* jak i innych patogenów występujących w namiotach foliowych. W innym artykule Małgorzata Kołaczyńska-Janicka pisze o możliwości zastosowania bardzo skutecznej i łatwej w wykonaniu metody polegającej na użyciu promieniowania elektromagnetycznego, które stwarza jednak problemy w postaci braku urządzeń lub firm oferujących tego typu usługi.

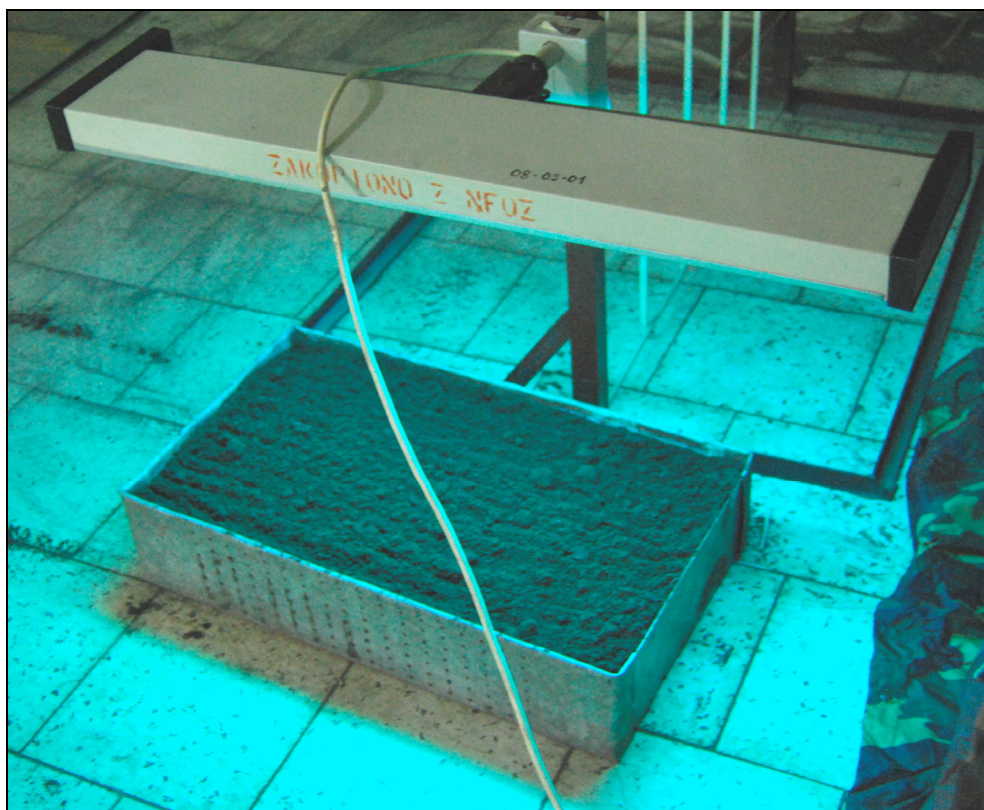
W dobie ekologizacji leśnictwa oraz rosnących kosztów produkcji dąży się do zastąpienia dotychczas używanych w dezynfekcji gleby środków chemicznych na korzyść innych metod które mają mniejszy negatywny wpływ na środowisko naturalne a także są tańsze. Celem prowadzonych doświadczeń było określenie możliwości zastosowania promieniowania UV-C w ograniczeniu szkód wywoływanych przez zakaźną zgorzel siewek w szkółkach leśnych.

## Metodyka

Zakres prowadzonych badań obejmował doświadczenie laboratoryjne w którym użyto sześć doniczek o wymiarach: długość około 60 cm, szerokość 36 cm, wysokość 17 cm. Jedną z doniczek jako kontrola (nie naświetlana), pięć z nich traktowano promieniowaniem ultrafioletowym o długości fali 253,7 nm o różnym czasie ekspozycji. Następnie doniczki obsiano nasionami sosny (*Pinus sylvestris* L.) siewem ręcznym, od momentu wschodu siewek kontrolowano ich stan co kilka dni.

Przedmiotem badań była gleba (głina słabo piaszczysta) pobrana ze szkółki leśnej w Kłaju leżąca na terenie nadleśnictwa Niepołomice w krakowskiej Dyrekcji Regionalnej Lasów Państwowych na której stwierdzono wypadły wśród siewek wywołane zgorzelą. Gleba ta została umieszczona w metalowych ponumerowanych doniczkach po wcześniejszym wymieszaniu i nawilżeniu. Glebę poddano naświetlaniu promieniami UV-C przy pomocy lampy bakteriobójczej stosowanej w dezynfekcji pomieszczeń szpitalnych. Lampa

wyposażona w świetlówkę o mocy 30 W Philipsa dającej natężenie  $300 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$  z odległości jednego metra. Na rysunku 1 przedstawiono statyw z lampą UV-C i naświetlaną doniczką wypełnioną glebą.



*Źródło: zdjęcie własne*

Rys. 1. Statyw z lampą UV-C i naświetlaną doniczką  
Fig. 1. A stand with UV-C lamp and irradiated pot

Jest to lampa niskociśnieniowa emitująca tylko jedną długość promieniowania ultrafioletowego. Lampa umieszczona została na wysokości 0,5 m nad powierzchnią gleby. Pozwoliło to osiągnąć natężenie promieniowania w wysokości  $1200 \mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$  na poziomie gleby. Glebę naświetlano w różnych wariantach czasu oraz z mieszaniem wierzchniej warstwy podłoża lub bez. W tabeli 1 przedstawiono warianty doświadczenia.

Tabela 1. Warianty naświetlania substratu glebowego  
Table. 1. Options of radiation of soil substrate

Nr doniczki	Czas naświetlania [s]	Wzruszenie wierzchniej warstwy	Dostarczona energia [nJ·cm <sup>-2</sup> ]
1 (kontrolna)	0	nie	0
2	60	nie	72
3	10x30s	przed każdym naświetlaniem	360
4	600	nie	720
5	1200	nie	1440
6	10x60s	przed każdym naświetlaniem	720

Źródło: obliczenia własne

Dostarczoną energię obliczano ze wzoru:

$$E = t \cdot I \quad (1)$$

gdzie:

- E – energia [nJ·cm<sup>-2</sup>],
- t – czas [s],
- I – natężenie promieniowania [nW·cm<sup>-2</sup>].

Natomiast natężenie promieniowania w odległości 0,5 m obliczono ze wzoru będącego przekształceniem wzoru przedstawiającego prawo Lamberta (odwrotnych kwadratów).

$$I_1 \cdot R_1^2 = I_2 \cdot R_2^2 \quad (2)$$

gdzie:

- R – odległość od źródła światła [m]

Do mieszania gleby użyto zdezynfekowanych grabi ogrodniczych pozwalających prze mieszać substrat glebowy na głębokość 5 cm. Każda doniczka była naświetlana osobno. Do kontroli czasu naświetlania wykorzystano elektroniczne urządzenie sterujące pozwalające ustalić czas włączenia i wyłączenia lampy.

W celu sprawdzenia efektów dezynfekcji w poszczególnych doniczkach posiano sosnę (*Pinus sylvestris L.*) w liczbie 220 nasion na doniczkę, która do tego celu jest polecana jako gatunek wrażliwy na zgorzel siewek. Nasiona wysiano w równych odstępach w wieźbie kwadratowej (3x3cm). Do równego wysiania użyto płytki z otworami rozmieszczonymi na rogach kwadratu w odstępach 3 cm. Płytką pozwalała wysiać 110 nasion jednorazowo w 10 rzędach po 11. Nasiona były I klasy jakości. W celu zapewnienia dobrych warunków wzrostu doniczki umieszczono w prostym fitotronie pozwalającym zapewnić stałą wilgotność i temperaturę. Również oświetlenie było kontrolowane przy pomocy elektronicznego sterownika kontrolującego włączanie 4 lamp neonowych o średniej mocy 36W. Oświetlenie włączane było na okres 12 godzin dziennie, co miało na celu zbliżyć warunki ich wzrostu do naturalnych. Dobierając parametry poszczególnych czynników starano się zapewnić warunki optymalne dla kiełkowania i wzrostu siewek. Temperatura wewnątrz fitotyonu wynosiła 20,8°C, wilgotność powietrza 76,09% a natężenie oświetlenia 1100-1250 luxów. Siewki, które wykiełkowały nazywane dalej żywymi liczono 4 krotnie. Jednocześnie liczono także siewki porażone przez zgorzel zwane dalej martwymi. Siewki zaliczane do

martwych charakteryzowały cię przewężeniem w szyi korzeniowej powodującym ich przewrócenie. Nasiona zostały wysiane a kolejne pomiary odbywały się: po 10, 17, 27 i 43 dniach. Podczas trzeciego pomiaru zostały usunięte wszystkie martwe siewki z powodu pojawienia się na niektórych z nich strzępków grzybni pleśni, która mogła zagrozić pozostałym wciąż żywym siewką i wpłynąć na wyniki doświadczenia.

## Wyniki badań i ich analiza

Uzyskane wyniki przeżywalności siewek w poszczególnych wariantach doświadczeń wykazują dość dużą przypadkowość (tab. 2).

Tabela 2. Zestawienie wyników

Table. 2. The list of results

Numer doniczki	Pomiar po 10 dniach od siewu		Pomiar po 17 dniach od siewu		Pomiar po 27 dniach od siewu		Pomiar po 43 dniach od siewu	
	żywe	martwe	żywe	martwe	żywe	martwe	żywe	martwe
1	86%	8%	85%	10%	65%	32%	42%	23%
2	70%	19%	71%	15%	25%	62%	7%	18%
3	81%	15%	77%	19%	36%	60%	5%	30%
4	86%	9%	83%	15%	67%	26%	40%	27%
5	84%	8%	80%	10%	56%	34%	19%	37%
6	84%	10%	84%	12%	61%	30%	21%	40%

*Źródło: obliczenia własne*

Analizując wyniki nie można powiązać bezpośrednio dawki, jaką napromieniowano glebę ze skutecznością odnośnie zwalczania zgorzeli. Analizując wyniki nie da się zauważyć zależności, że wraz ze wzrostem dawki rośnie liczba żywych siewek (bądź odwrotnie) co zobrazowane jest w tabeli 2. Jedną z najwyższych przeżywalności wykazały siewki z doniczki nr 1, której nie poddano promieniowaniu, procentowa wartość przeżywalności wyniosła 42% w 4 pomiarze liczebności (po 43 dniach od siewu). Nie można również jednoznacznie stwierdzić, że promieniowanie to negatywnie wpłynęło na przeżywalność siewek, ponieważ w doniczce nr 4, którą napromieniowano dawką  $720 \text{ nJ}\cdot\text{cm}^{-2}$  wyniosła ona 40%, co wskazuje na podobieństwo do doniczki kontrolnej. Również przemieszanie gleby w czasie naświetlania promieniowaniem UV-C w celu objęcia większej objętości gleby działaniem dezynfekującym nie przyniosło spodziewanego skutku. W doniczce nr 6 (gleba przemieszana dziesięciokrotnie z czasem naświetlania po każdym mieszaniu równym 60 sekund) znajdowało się 21% zdrowych siewek w ostatnim zliczaniu (pomiar po 43 dniach). Porównując ją z doniczką nr 4 (gleba nie była mieszana, czas naświetlania 600 sekund), w której przeżywalność siewek wyniosła 40% czyli pomimo, że obie doniczki potraktowano tą samą dawką ultrafioletu to przeżywalność siewek różniła się znacząco. W powyższych wynikach badań trudno doszukać się jakichkolwiek prawidłowości dlatego też nie przeprowadzano statystycznej oceny wyników.

## Dyskusja

Pomimo iż promieniowanie ultrafioletowe jest szeroko stosowane w dezynfekcji przedstawione powyżej wyniki badań nie pozwalają uznać promieniowania ultrafioletowego za skuteczny środek zwalczający zgorzel siewek. Co więcej otrzymane wyniki skłaniają do wniosków, że naświetlenie gleby ultrafioletem miało negatywne skutki dla późniejszego kiełkowania siewek sosny spowodowanego wzmożoną aktywnością patogenu.

Niestety przeprowadzone badania nie pozwalają stwierdzić, co dokładnie było przyczyną takich a nie innych wyników. Można jedynie domniemywać, że użyta dawka promieniowania nie usunęła z gleby grzybów powodujących zgorzel usuwając najprawdopodobniej inne organizmy będące dla niej konkurencją.

Kolejnym powodem, który mógł wpłynąć na negatywny wynik badań jest mała głębokość penetracji fali promieniowania ultrafioletowego, która wynosi - odpowiednik jej długości, czyli jest to wartość podawana w nanometrach. Dlatego też promieniowanie, które sprawdza się doskonale w dezynfekcji powierzchni płaskich lub ośrodków, przez które przenika jak np. woda w przypadku gleby całkowicie nie spełniło swojej roli.

## Wnioski

1. Pomimo iż promieniowanie ultrafioletowe jest szeroko stosowane w dezynfekcji nie możemy go uznać za skuteczny środek zwalczający zgorzel siewek sosny.
2. Naświetlenie gleby ultrafioletem miało negatywne skutki dla późniejszego kiełkowania siewek sosny – wzmożona zgorzel siewek.

## Bibliografia

- Drzewiecka, A.** 2009. Zamiast chemii. Owoce, Warzywa, Kwiaty. Nr 1. Warszawa. s. 24-25.
- Kołaczyńska-Janicka M.** 2008. Ponowne wykorzystanie podłoża. Hasło Ogrodnicze. Nr 11. Kraków. s. 100-102.
- Kosek A., Pawelek J., Kolbuszowski, T.** 2002. Podstawy mikrobiologiczne i epidemiologiczne w dezynfekcji. Poradnik dla praktyków. Wydawnictwo "Wiś Jutra". Warszawa. ISBN 83-88368-24-9.
- Latanowicz L., Latońska J. N.** 2000. Promieniowanie ultrafioletowe a środowisko. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Tadeusza Kotarbińskiego. ISBN 83-7268-035-3. Zielona Góra.
- Rutkowski K.** 1995. Energochłonność termicznej dezynfekcji podłoża szklarniowego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 415. Warszawa. s. 321-328.

## **ULTRAVIOLET RADIATION IN LIMITING PARASITIC GANGRENE OF PINE SEEDLINGS (*PINUS SYLVESTRIS* L.)**

**Abstract.** The study presents the issue concerning application of ultraviolet radiation in soil disinfection. Particularly, it concerns ultraviolet radiation application in limiting damages caused by parasitic gangrene in seedlings in seedling nurseries. Laboratory experiment of disinfecting qualities of UV-C radiation on the infected bed collected from a seedling nursery. The experiment included five options differing with time and dose of radiation. Based on the conducted research it may be stated that this method did not bring an intended result of limiting the parasitic gangrene of seedlings.

**Key words:** seedlings nurseries, ultraviolet, UV-C, disinfection

**Adres do korespondencji:**

Krzysztof Słowiński; rlslowin@cyf-kr.edu.pl

Katedra Mechanizacji Prac Leśnych

Wydział Leśny

al. 29 Listopada 46

31-425 Kraków