

## WPLYW SKŁADU PODŁOŻY OGRODNICZYCH NA PROCES TERMICZNEJ DEZYNFEKCJI

*Kazimierz Rutkowski*

Katedra Mechanizacji Rolnictwa, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

### Wstęp

Skład podłoża ogrodniczego używanego w uprawach pod osłonami jest zróżnicowany i zależy od gatunku i wymagań uprawianych roślin. Zawiera znaczne ilości składników organicznych, takich jak: obornik, torf, kora drzewna, liście itp. Dla rozluźnienia podłoża dodawane są także dodatki sztuczne, takie jak: owipian czy masa wulkaniczna. Składniki te znacznie zmieniają właściwości podłoża. Stąd też nasuwa się pytanie, w jakim stopniu skład podłoża ma wpływ na dynamikę nagrzewania się dezynfekowanej warstwy oraz wielkość nakładów energetycznych? Stajemy przed problemem – jakie powinny być parametry fizyczne pary, aby zabieg był skuteczny, a nakłady na proces były możliwie niskie.

Dlatego w pracy podjęto badania w celu określenia wpływu rodzaju podłoża na dynamikę jego nagrzewania i wielkości nakładów energetycznych oraz parametrów fizycznych pary wodnej minimalizujących nakłady na proces dezynfekcji gleby.

### Metodyka badań

Aby osiągnąć odpowiedź na wyżej wymienione pytania, w Katedrze Mechanizacji i Energetyki Rolnictwa Akademii Rolniczej w Krakowie przeprowadzono badania w warunkach laboratoryjnych dwóch rodzajów podłoża, różniących się zawartością związków organicznych.

Procesowi dezynfekcji termicznej poddano podłoża ogrodnicze o zróżnicowanym składzie.

- A. gleba ilasta – trzy części objętościowe,  
torf ogrodniczy – trzy części objętościowe,  
piasek – jedna część objętościowa,
- B. gleba ilasta – trzy części objętościowe,  
torf ogrodniczy – trzy części objętościowe,  
kora sosnowa – trzy części objętościowe,  
piasek – jedna część objętościowa.

Dezynfekcję przeprowadzono metodą głębłą przy użyciu rur perforowanych. Jako czynnika grzewczego użyto pary przegrzanej o trzech zakresach temperatur. Podczas procesu, przy każdym cyklu badań, starano się podawać stałe wartości strumienia natężenia pary. Parametr ten starano się utrzymać metodą pośrednią, podając stałe wartości ciśnienia w przewodzie zasilającym. Zarówno podłoża „A” i „B” posiadały przed zabiegiem zbliżoną wilgotność. Podczas badań dokonywany był ciągły pomiar temperatury podłoża na głębokościach: 3, 9, 15, 21, 27 cm. Analizie poddano rozkład temperatur oraz wielkości nakładów energetycznych w warstwie o grubości 30 cm. Rura perforowana umieszczona była na głębokości 20 cm. Ponadto prowadzony był monitoring zużycia wody oraz parametrów fizycznych pary. Badania przeprowadzono w trzech temperaturach pary i dwóch wartościach ciśnienia. Uzyskano w ten sposób 12 wariantów badań. Każdy wariant wykonano w 10 powtórzeniach.

Podłoża ogrodnicze przeznaczone do badań, posiadające temperaturę początkową 20°C, wilgotność 22%, zostały umieszczone w izolowanej skrzyni, wewnątrz której znajdowała się perforowana rura o średnicy 43 mm z perforacją o łącznej powierzchni 25 cm<sup>2</sup> otworów wylotowych na 1 m<sup>2</sup> powierzchni parowanej. Pomiary przeprowadzono na nowoczesnej aparaturze mikroprocesorowej.

### Wyniki badań i ich analiza

Dezynfekcję termiczną przeprowadzono stosując parę przegrzaną o temperaturze 150, 175 i 200°C. Dla każdej z wyżej wymienionych wartości utrzymywano w przewodzie zasilającym stałe wartości ciśnienia, które dla pierwszego cyklu wynosiły 400 Pa, a dla drugiego 600 Pa. Stałe wartości ciśnienia, mierzone w przewodzie zasilającym przy stosowaniu wybranych temperatur pary oraz zróżnicowanym czasie trwania cyklu parowania, nie zapewniały utrzymania wyrównanego strumienia natężenia pary (tab. 1) Analiza wyników zestawionych w tab. 1 wskazuje, że wielkość strumienia pary uzależniona jest także od składu dezynfekowanego podłoża. Złożonością zagadnień przepływu w ośrodkach niejednorodnych zajmowało się szereg autorów [np. SKAWIŃSKI 1986; KURPASKA 2000], którzy stwierdzili, że opory przepływu gazów i cieczy w glebie są w dużym stopniu uzależnione między innymi od zawartości substancji organicznych. Podłoże bogatsze w związki organiczne (skład B) cechuje się mniejszymi oporami przepływu, stąd też strumień natężenia pary, dla takiego samego ciśnienia pary w przewodzie zasilającym, jest większy w porównaniu do podłoża o składzie „A”. Wartość tego strumienia rośnie również wraz ze wzrostem ciśnienia i temperatury pary zasilającej, co wynika bezpośrednio z praw termodynamiki hydrodynamiki (tab. 1).

Otrzymane z pomiarów wartości strumienia pary w badanym zakresie parametrów wejściowych (temperatura i ciśnienie pary wodnej) mieszczą się w przedziale podawanym w literaturze [MAŃCZYK 1959; RUTKOWSKI 1993], gdzie zaznacza się, że wraz ze zwiększoną zawartością związków organicznych w podłożu należy stosować wyższe wartości strumienia natężenia pary.

Celem, do którego należy dążyć przy termicznej dezynfekcji podłoża, jest osiągnięcie temperatury min. 95°C w całej parowanej warstwie. Podczas prowadzenia badań czas trwania cyklu liczono do momentu uzyskania temperatury skutecznej w całej parowanej warstwie. Jak wynika z danych zawartych w tab. 1, czas trwania cyklu malał wraz ze wzrostem temperatury oraz ciśnienia pary. W podło-

zu „B”, bogatszym w składniki organiczne, czas trwania cyklu był średnio o 39% krótszy w porównaniu z cyklem parowania podłoża „A”.

Tabela 1; Table 1

Wskaźniki energetyczne termicznej dezynfekcji podłoża ogrodniczego, przeprowadzonej w warunkach laboratoryjnych

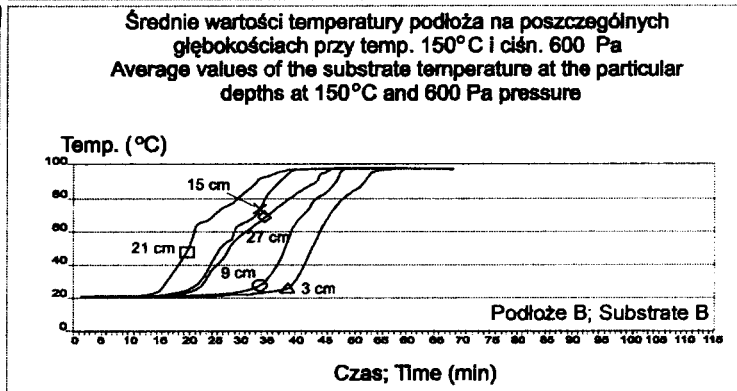
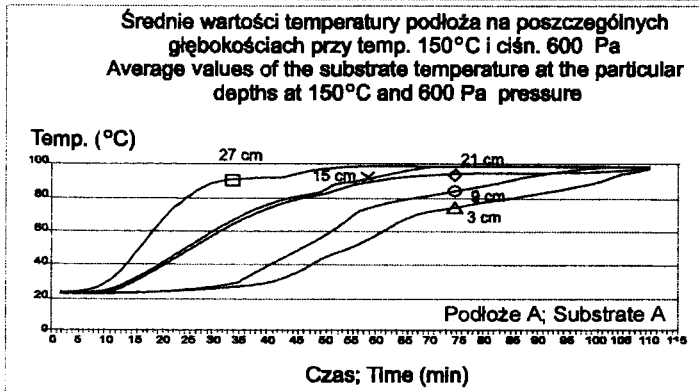
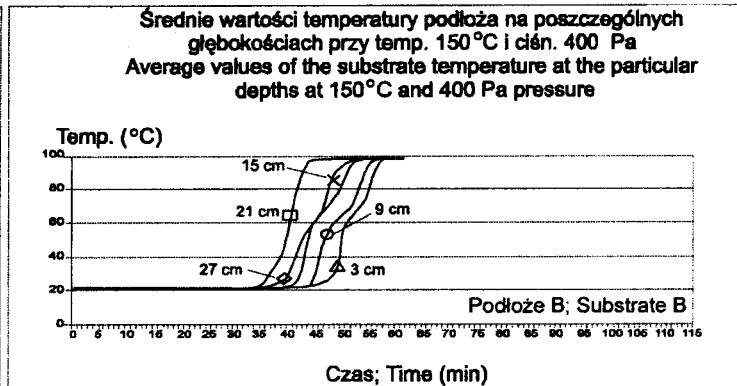
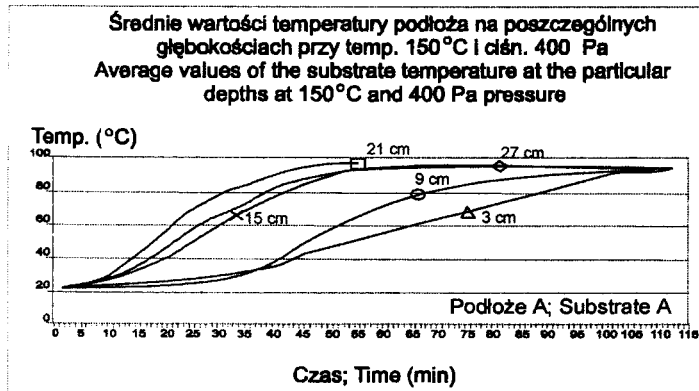
Energy coefficients of the horticultural substrate thermal disinfection carried out under laboratory conditions

Lp. No.	Temp. pary The steam temperature (°C)	Ciśnienie pary w rurociągu zasilającym The steam pressure in the feeding pipeline (Pa)	Strumień natężenia pary The stream of the steam intensity (kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )		Wilgotność podłoża; Substrate moisture content (%)		Czas trwania procesu; Time of process duration (min)		Nakłady energetyczne; Energy consumption (MJ·m <sup>-3</sup> )			
			skład podłoża; substrate contents									
			A	B	A	B	A	B	A	B		
1	150	400	17,2	26,0	25,1	25,0	105	58	278,4	232,5		
		600	19,1	30,8	25,0	25,1	95	55	278,1	258,2		
2.	175	400	15,5	27,9	25,2	25,2	105	59	254,2	282,4		
		600	23,1	31,8	25,1	25,0	60	53	217,0	264,8		
3.	200	400	21,1	35,4	25,0	25,2	80	47	269,6	265,7		
		600	28,3	37,1	25,1	25,0	55	35	248,7	206,3		

Śledząc przebieg dynamiki nagrzewania się poszczególnych warstw parowania podłoża (rys. 1, 2, 3) można zauważyć, że podłoże o większej zawartości związków organicznych nagrzewa się bardziej równomiernie. Zjawisko to jest szczególnie ważne z punktu efektywności procesu, albowiem równomierna dynamika nagrzewania się poszczególnych warstw podłoża gwarantuje skuteczne parowanie, bez pozostawienia stref niezdezynfekowanych, będących przyczyną zakażenia wtórnego. Ponadto zauważa się, że początkowy przyrost temperatury w parowanym podłożu jest uzależniony od jego składu. W podłożu „A”, o mniejszej zawartości związków organicznych, przyrost ten występuje bardzo wcześnie, natomiast dynamika zmian jest łagodna. W podłożu „B”, o większej zawartości związków organicznych, początek nagrzewania się gleby występuje znacznie później i jest on uzależniony od temperatury pary (rys. 1, 2, 3). Wynika to najprawdopodobniej z różnej wartości parametrów termofizycznych badanych gleb, a zwłaszcza współczynnika przewodności i dyfuzji cieplnej. Zaobserwowano również, że dynamika nagrzewania się poszczególnych warstw podłoża rośnie wraz ze wzrostem temperatury, jak też ciśnienia pary wodnej.

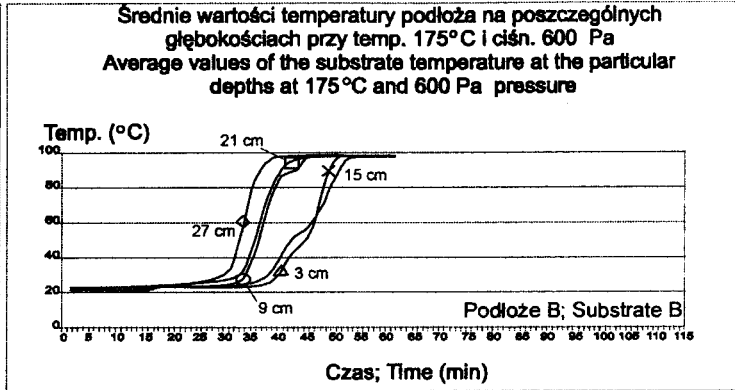
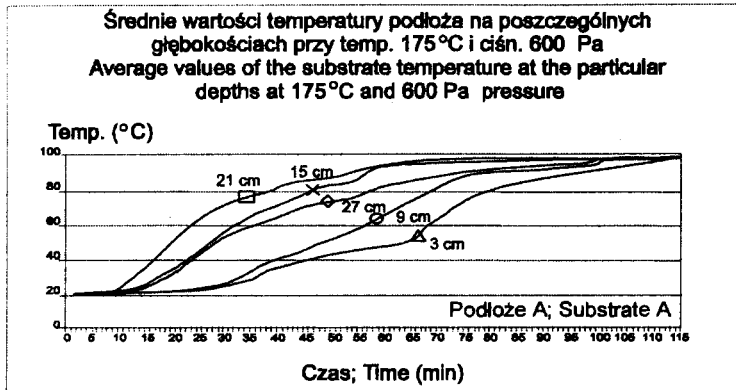
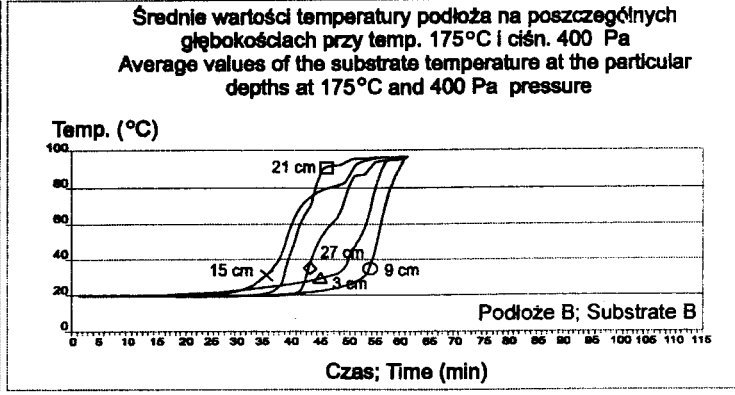
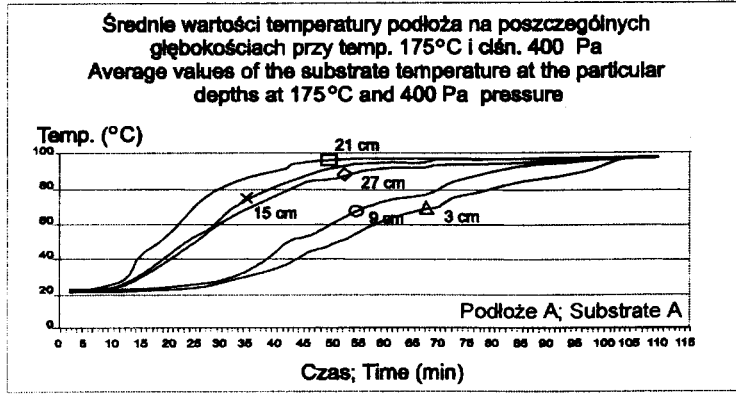
Dezynfekcja termiczna podłoża wiąże się również z dużymi kosztami energetycznymi. Stąd też nieodzownym wydaje się porównanie efektów skuteczności z wielkością nakładów energetycznych.

Porównując wielkości nakładów energetycznych w poszczególnych wariantach (tab. 1) można stwierdzić, że w podłożu „A” wraz ze wzrostem temperatury oraz ciśnienia pary maleje ilość dostarczanej do procesu energii. Przy pa-



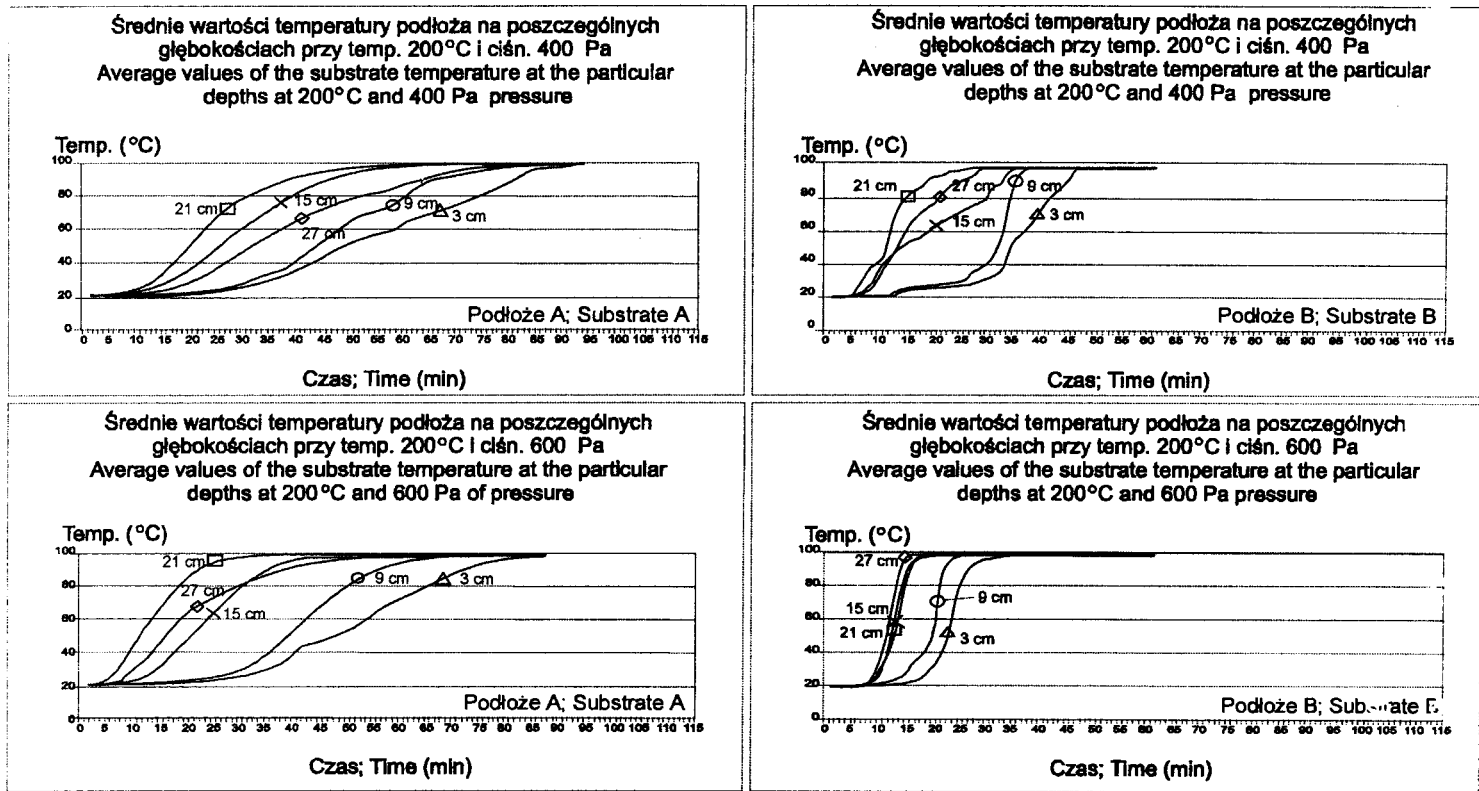
Rys. 1. Dynamika ogrzewania warstw podłoża ogrodniczego o różnym składzie przy temperaturze pary 150°C i ciśnieniu w przewodzie zasilającym 400 i 600 Pa

Fig. 1. Dynamics of heating horticultural substrate layers of different composition at the steam temperature of 150°C and 400 and 600 Pa pressure in the feeding line



Rys. 2. Dynamika ogrzewania warstw podłoża ogrodniczego o różnym składzie, przy temperaturze pary 175°C i ciśnieniu w przewodzie zasilającym 400 i 600 Pa

Fig. 2. Dynamics of heating horticultural substrate layers of different composition at the steam temperature of 175°C and 400 and 600 Pa pressure in the feeding line



Rys. 3. Dynamika ogrzewania warstw podłoża ogrodniczego o różnym składzie przy temperaturze pary 200°C i ciśnieniu w przewodzie zasilającym 400 i 600 Pa

Fig. 3. Dynamics of heating horticultural substrate layers of different composition at the steam temperature of 200°C and 400 and 600 Pa pressure in the feeding line

rametrach wynoszących 175°C, ciśnieniu 600 Pa osiąga wartość minimalną, a następnie ma tendencję rosnącą. Przy wyższych parametrach pary wartość nakładów w tym podłożu wzrasta. Należy sądzić, że ze względów energetycznych są to optymalne warunki dezynfekcji przy danym składzie podłoża. Porównując ten wariant z dynamiką nagrzewania się podłoża (rys. 2), wydaje się to stwierdzenie słuszne, albowiem efekty były zadowalające. Wielkości nakładów energetycznych w podłożu „B” były zmienne. Swoje minimum osiągały przy parametrach 200°C i ciśnieniu 600 Pa (rys. 3). Równocześnie przebieg dynamiki nagrzewania się podłoża przy wyżej wymienionych parametrach wydaje się być bardzo korzystny. Oceniając wielkość nakładów energetycznych oraz szybkość osiągnięcia temperatury optymalnej w całej warstwie parowanego podłoża można stwierdzić, że podłoże o większej zawartości związków organicznych wymaga wyższych wartości parametrów pary wodnej do dezynfekcji.

### Wnioski

1. Strumień natężenia pary wodnej w podłożu zależy od zawartości składników organicznych. Im wyższa zawartość składników organicznych w badanych podłożach, tym większy strumień natężenia pary wodnej dla takich samych jej wartości początkowych ciśnienia i temperatury.
2. Początkowy przyrost temperatury w podłożu zależy od zawartości związków organicznych w podłożu. Im mniejsza była ich zawartość, tym krótszy był czas nagrzewania i bardziej równomierne nagrzewanie się podłoża.
3. Wraz ze wzrostem temperatury i ciśnienia pary wodnej rośnie szybkość nagrzewania podłoża.
4. Podłoże „A” optymalny czas zabiegu oraz wielkość nakładów energetycznych osiąga przy temperaturze 175°C i ciśnieniu 600 Pa, a podłoże „B” dla temperatury 200°C i ciśnienia 600 Pa pary wodnej.

### Literatura

- KURPASKA S. 2000. *System ogrzewania podłoża ogrodniczego ciepłym powietrzem*. Zeszyty Naukowe AR, Kraków 269: 34–45.
- MAŃCZYK A. 1959. *Parowanie gleby w szklarniach USA*. Przegląd Ogrodniczy 9: 12–14.
- RUTKOWSKI K. 1993. *Skuteczność termicznej dezynfekcji gleby przy użyciu rur perforowanych*. Problemy Inżynierii Rolniczej 2: 99–107.
- SKAWIŃSKI R. 1986. *Przepływ wody w ośrodkach porowatych*. Archiwum Górnictwa 31(1): 111–123.

**Słowa kluczowe:** dezynfekcja, podłoże ogrodnicze, związki organiczne, energochłonność, parametry pary

### Streszczenie

Podłoże o zróżnicowanym składzie poddano termicznej dezynfekcji metodą wglębną. Jako nośnika energii użyto pary o temperaturze 150, 175 i 200°C oraz ciśnieniu w przewodzie zasilającym równym 400 i 600 Pa. Dla dwóch wybranych podłoży ogrodniczych określono skuteczność procesu dezynfekcji, dynamikę nagrzewania się podłoża oraz wielkość nakładów energetycznych. Badanie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych.

Stwierdzono, że dla podłoży o mniejszej zawartości związków organicznych dla osiągnięcia celu można stosować niższe parametry pary, mimo niekorzystnej dynamiki nagrzewania się podłoża w początkowej fazie procesu.

### INFLUENCE OF THE HORTICULTURAL SUBSTRATE COMPOSITION ON THE PROCESS OF THERMAL DISINFECTION

Key words: disinfection, horticultural substrate, organic compounds, energy consumption, steam parameters

#### Summary

Substrate of diversified composition was subject to thermal disinfection with the use of deep penetration method. As an energy agent the steam of 150, 175 and 200°C temperature and of 400 and 600 Pa pressure in the feeding pipeline was applied. For two selected horticultural substrates the disinfection process efficiency, the dynamics of substrate heating and energy requirements were determined. Investigations were carried out under laboratory conditions.

It was stated that for substrates with lower content of organic compounds lower parameters of steam could be used in spite of unfavourable dynamics of the substrate heating during the initial stage of the process.

Dr Kazimierz Rutkowski  
Katedra Mechanizacji Rolnictwa  
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja  
ul. Balicka 104  
30-149 KRAKÓW