

PRÓBA KOMPOSTOWANIA ODPADÓW PIERZA Z ZASTOSOWANIEM
INOKULUM GRZYBOWEGO.
III. OCENA STANU FITOSANITARNEGO

T. Kornilłowicz-Kowalska, J. Bohacz

Akademia Rolnicza, Katedra Mikrobiologii Rolniczej, Pracownia Mikologiczna
ul. Leszczyńskiego 7, 20- 069 Lublin

Streszczenie: Prezentowana praca stanowi trzecią część badań rozpoznawczych [18,19] dotyczących wpływu odpowiednio dobranego inokulum na przebieg bioutylizacji piór kurecząt z korą sosnową. Ze względu na dominację grzybów w prowadzonym procesie kompostowania, przedmiotem niniejszych badań była ocena składu biocenotycznego tych drobnoustrojów. W szczególności zwracano uwagę na proporcje ilościowe między grzybami potencjalnie fitopatogenicznymi i antagonistycznymi.

Przeprowadzona analiza mykologiczna wykazała, że drobnoustroje inokulum (keratynolityczny i ligninolityczny szczep grzyba) nie oddziaływały w sposób widoczny na kształtowanie się wzajemnych relacji grzybów kompostowych. Zbiorowisko tych *micromycetes* złożone było z rodzimych gatunków pochodzących z piór (grzyby keratynolityczne) i kory (polifagi i grzyby celulolityczne).

Wyselekcjonowane zespoły fizjologiczne zasiedlały kompostowane materiały w kolejności: grzyby keratynolityczne, grzyby celulolityczne, polifagi. W grupie grzybów nie – keratynolitycznych (polifagi i grzyby celulolityczne) wysoką częstością występowania wyróżniały się populacje antagonistycznych saprofitów tj.: *Gliocladium virens*, *Trichoderma viride*, *Paecilomyces spp.* związane z korą.

Rozwój grzybów potencjalnie fitopatogenicznych reprezentowanych przez pochodzące z piór szczepy *Fusarium solani* i *Fusarium oxysporum*, był słaby i zanikał w późniejszej fazie kompostowania, odznaczającej się nagromadzeniem antagonistycznych saprofitów. Korzystny w aspekcie mykologicznym stan fitosanitarny kompostowanej z piórami brojlerów kory sosnowej wskazuje na możliwość jej wykorzystania dla celów utrzymania lub poprawy zdrowotności gleb uprawnych.

Słowa kluczowe: pióra, kora, kompostowanie, stan fitosanitarny.

WSTĘP

W ocenie rolniczej przydatności odpadów organicznych oraz kompostów sporządzonych z tych odpadów obok parametrów fizycznych i chemicznych istotne znaczenie mają również cechy biologiczne [9]. Komposty, w szczególności powinny odznaczać się brakiem drobnoustrojów chorobotwórczych dla roślin lub wykazywać właściwości hamujące ich rozwój. O potencjale fitosanitarnym kompostów decyduje przede wszystkim nagromadzenie drobnoustrojów antagonistycznych w tym grzybów z rodzaju *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Paecilomyces* i *Penicillium* [2,9]. Wymienione rodzaje są odpowiedzialne za hamowanie rozwoju wielu fitopatogenów w tym tzw. patogenów odglebowych: *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp. [17].

W poprzedniej naszej pracy [19] stwierdzono, że w procesie kompostowania kory sosnowej z piórami kurcząt decydującą rolę odgrywają grzyby. Efekt ten zaznaczył się zarówno w materiale nie szczepionym jak i szczepionym drobnoustrojami wyspecjalizowanymi w rozkładzie keratyny piór i odpadów ligninowych, powstających w obróbce drewna.

W niniejszej części pracy przeprowadzono analizę stosunków ilościowych w biocenozie grzybów zasiedlających wyżej wymienione kombinacje kompostowe starając się uchwycić wzajemne relacje między grzybami potencjalnie fitopatogenicznymi a antagonistycznymi saprofitami.

MATERIAŁ I METODY

Charakterystykę kompostowanych materiałów: piór brojlerów i kory sosnowej podano w pracach wcześniejszych [18,19].

Badania przeprowadzono w laboratoryjnym doświadczeniu modelowym. Doświadczenie obejmowało 3 kombinacje, w dwóch powtórzeniach każda:

- I. kora + pióra (kontrola)
- II. kora + pióra + inokulum grzyba keratynolitycznego (*Arthroderma quadrifidum*)
- III. kora+pióra+inokulum grzyba keratynolitycznego i ligninolitycznego (*Arthroderma quadrifidum* + *Geotrichum* sp.).

Dokładny opis doświadczenia zamieszczono w części I i II pracy [18,19].

Analiza składu gatunkowego grzybów zasiedlających badane kombinacje kompostowe obejmowała tzw. ogólną liczebność grzybów wyodrębnionych na podłożu Martina, grzyby celulolityczne na podłożu Winogradskiego z bibułą Whatman 1 jako jedynym źródłem C i energii oraz grzyby keratynolityczne na podłożu Sabourauda z aktidionem [19]. Skład biocenotyczny analizowanych

zespołów *mikromycetes* określano wybierając po jednej płytce z trzech powtórzeń dla danej serii doświadczalnej. Łącznie dla każdej kombinacji analizowano po dwie płytki ze wzrostem grzybów na określonym podłożu izolacyjnym, odszczepiając wszystkie wyrosłe kolonie.

Dodatkowo, analizowano również skład gatunkowy grzybów zasiedlających surowe pióra oraz korę, stosując do izolacji podłoże Martina (kora) oraz Sabourauda (pióra). Oceny składu gatunkowego dokonywano odszczepiając wszystkie wyrosłe kolonie z trzech powtórzeń (kora) oraz 100 odcinków piór.

Identyfikację gatunkową grzybów prowadzono w oparciu o cechy mikro- i makromorfologiczne wykonywane w mikrokulturach i na płytkach. Ostatecznej klasyfikacji zebranego materiału grzybowego dokonywano w oparciu o opracowania taksonomiczne Currah'a [3], Domscha i wsp. [4], Ellisa [5], Gilmana [6] i van Oorschota [24].

WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzona analiza mykologiczna wykazała, że różnice w składzie gatunkowym grzybów zasiedlających komposty nie szczepione oraz szczepione inokulum grzybowym, mają jedynie ilościowy charakter (Tab.1 i 2). Spośród 34 ogółem wyodrębnionych gatunków reprezentujących 22 rodzaje do najczęściej wyodrębnianych należały (podłoże Martina): *Mariannea elegans* (384 izolatów), *Chrysosporium keratinophilum* (105 izolatów), *Paecilomyces variotii* (104 izolaty), *Humicola insolens* (76 izolatów), *Trichoderma viride* (43 izolaty), *Gliocladium virens* (38 izolatów), *Fusarium solani* (35 izolatów) (Tab. 1). Populacje *Mariannea elegans*, *Chrysosporium keratinophilum*, *Paecilomyces variotii* oraz *Humicola insolens* stanowiły odpowiednio: 34,0; 10,0; 10,0 i 7,5% ogólnej biocenozy grzybów (1016 izolatów) wyodrębnionych na podłożu Martina. Pozostałe wyżej wymienione populacje stanowiły od 3,4 do 4,2%.

W przypadku zastosowanego inokulum reizolowano jedynie *Arthroderma quadrifidum* (Tab. 1, 3). Nie udało się natomiast wyodrębnić szczepu *Geotrichum* sp.. Ponadto wzrost *Arthroderma quadrifidum* zaznaczył się tylko we wstępnej fazie kompostowania piór (pierwszy miesiąc), po czym zanikł (Tab. 1, 3).

W pierwszym miesiącu kompostowania piór z korą sosnową rozwój rodzimych populacji grzybów we wszystkich trzech kombinacjach był słaby. Stosunkowo najczęściej izolowano *Mariannea elegans* oraz celulolityczne szczepy *Humicola insolens* i *Paecilomyces variotii*. W kombinacjach szczepionych zwłaszcza *Arthroderma quadrifidum* + *Geotrichum* sp., zaznaczył się także silniejszy wzrost celulolitycznych szczepów *Gliocladium virens* i *Trichoderma viride* (Tab. 1, 2).

Tabela 1. Zmiany składu gatunkowego ogólnej populacji grzybów zasiedlających badane kombinacje kompostowe

Table 1. Changes in species composition of the total fungi population colonizing the combinations studies

L.p.	Gatunek grzyba	Miesiące													
		1 (x10 ⁵)			3 (x10 ⁴)			5 (x10 ⁴)			7 (x10 ⁴)				
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
1.	<i>Acremonium</i> sp	1*	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>Actinomucor elegans</i> (Eidam) C.R. Benjamin et Hesseltine	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	<i>Arthroderma quadrifidum</i> Dawson et Gentles	-	25	10	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
4.	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
5.	<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6.	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-
7.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
8.	<i>Chrysosporium keratinophilum</i> (Frey) Carmichael	6	6	3	35	10	15	3	5	6	6	6	4	-	-
9.	<i>Ch. Pannicola</i> (Corda) Oorschot et Stalpers	-	-	-	-	-	-	15	2	13	7	-	-	-	-
10.	<i>Ch. Pannorum</i> (Link) Hughes	-	-	-	1	1	1	1	11	1	-	-	-	-	-
11.	<i>Ch. Tropicum</i> Carmichael	9	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	<i>Cunninghamella elegans</i> Lendner	-	-	-	1	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht., Snyder et Hans.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
14.	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	4	1	1	-	15	5	1	1	1	1	2	3	-	-
15.	<i>Gliocladium catenulatum</i> Gilm. Et Abbott	-	-	-	-	-	1	4	1	1	3	3	1	-	-
16.	<i>Gliocladium virens</i> Miller, Giddens, Foster	1	1	3	1	-	3	5	6	5	8	3	2	-	-
17.	<i>Gonatobotrys simplex</i> Corda	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-
18.	<i>Humicola grisea</i> Traaen	2	1	3	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-
19.	<i>H. insolens</i> Cooney et Emerson	1	1	5	17	15	7	2	5	4	10	6	3	-	-
20.	<i>Mariannea elegans</i> (Corda) Samson	15	11	17	42	41	37	42	40	30	25	28	20	-	-
21.	<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.	<i>Mucor circinelloides</i> van Tiegh.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.	<i>M. hiemalis</i> Wehmer	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
24.	<i>Myceliophthora thermophila</i> (Apinis) van Oorschot	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-
25.	<i>Paecilomyces variotii</i> Bain.	9	6	7	14	9	9	10	6	4	12	8	10	-	-
26.	<i>Penicillium nigricans</i> Bain. Ex Thom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-

c.d. Tabeli 1.

27.	<i>P. purpurescens</i> Sopp	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
28.	<i>Penicillium</i> sp.	-	-	-	-	-	1	2	-	-	15	14	8
29.	<i>Rhinotrichum lanosum</i> (Cooke) Cooke	2	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	3
30.	<i>Sesquicillium candelabrum</i> (Bonard.) Gams	2	2	2	-	5	-	-	1	2	-	-	-
31.	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	-	-	-	-	-	2	-	-	1	2	2	3
32.	<i>T. viride</i> Pers. ex S.F. Gray	6	1	3	2	2	10	6	4	2	2	4	1
33.	<i>Trichophyton terrestre</i> Durie et Frey complex	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-
Łącznie		63	65	62	115	119	94	92	86	71	102	86	91

Objaśnienia: I – kombinacja nie szczepiona (kontrola); II – kombinacja szczepiona *A. quadrifidum*; III – kombinacja szczepiona *A. quadrifidum* + *Geotrichum* sp.

* - liczba szczepów

** - nie stwierdzono.

Wyraźne nasilenie rozwoju grzybów uwidoczniło się w trzecim miesiącu trwania doświadczenia. Przejawiało się to wzrostem liczebności populacji *Mariannea elegans*, celulolitycznych szczepów *Fusarium solani* i *Humicola insolens* (Tab. 1, 2). W omawianym okresie maksimum rozwoju osiągnęły również populacje keratynolitycznego gatunku *Chrysosporium keratinophilum* (Tab. 3). Największą liczebność *Chrysosporium keratinophilum* stwierdzono w kombinacji szczepionej *Arthroderma quadrifidum* + *Geotrichum* sp. (Tab. 1, 3). Była ona zbieżna ze stymulacją wzrostu celulolitycznych przedstawicieli *Trichoderma viride* i *Gliocladium virens*. W kombinacji tej zaznaczył się także spadek w porównaniu z kontrolą, liczby celulolitycznych szczepów *Fusarium solani* (Tab. 2). Po pięciu miesiącach kompostowania wszystkie kombinacje cechowała silna redukcja liczby szczepów *Fusarium solani* i *Humicola insolens* sprzężona z silnym rozwojem *Gliocladium virens* i *Trichoderma viride*. Zwłaszcza wyraźnie uwidoczniło się to na podłożu z celulozą (Tab. 2). Wyraźnym zmianom w porównaniu z wcześniejszym okresem kompostowania, nie ulegała natomiast liczebność populacji *Mariannea elegans* i *Paecilomyces variotii* (Tab. 1, 2).

W ostatnim miesiącu kompostowania kory sosnowej i piór liczebność przeważającej liczby gatunków grzybów, ulegała zmniejszeniu. Wyjątek stanowiły grzyby z rodzaju *Penicillium* cechujące się pobudzeniem rozwoju.

Analizę stosunków ilościowych pomiędzy grzybami potencjalnie fitopatogenicznymi i antagonistycznymi przedstawiono w Tabeli 5. Do grzybów antagonistycznych zaliczono jedynie te rodzaje, które znane są z wyraźnych uzdolnień do hamowania rozwoju fitopatogenów tj. *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Paecilomyces*, *Penicillium* i *Trichoderma*. Grzyby potencjalnie fitopatogenne zasiedlające badane kombinacje kompostowe reprezentował jedynie rodzaj *Fusarium*.

Tabela 2. Zmiany składu gatunkowego grzybów celulolitycznych zasiedlających badane kombinacje kompostowe

Table 2. Changes in species composition of the cellulolytic fungi colonizing the combinations studies

L.p.	Gatunek grzyba	Miesiące											
		1 (x10 ⁴)			3 (x10 ³)			5 (x10 ³)			7 (x10 ³)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	1*	**	1	-	-	1	-	-	-	2	-	1
2.	<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
3.	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1
4.	<i>Chrysosporium pannorum</i> (Link)Hughes	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
5.	<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlecht) Snyder et Hans	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	1	2	1	26	23	10	6	3	4	3	-	-
7.	<i>Gliocladium catenulatum</i> Gilm. et Abbott	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
8.	<i>G. roseum</i> Baim.	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3	1
9.	<i>G. virens</i> Miller, Giddens, Foster	-	2	10	-	2	10	21	45	30	5	6	4
10.	<i>Gonatobotrys simplex</i> Corda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.	<i>Humicola grisea</i> Traaen	-	-	2	-	-	5	-	-	-	-	-	-
12.	<i>H. insolens</i> Vcooney et Emerson	4	4	5	28	14	25	1	5	2	3	2	1
13.	<i>Mariannea elegans</i> (Corda) Samson	-	2	4	3	1	-	2	-	-	13	4	4
14.	<i>Myceliophthora thermophila</i> (Apinis) van Oorschot	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
15.	<i>Paecilomyces variotii</i> Bain.	1	2	1	6	7	3	3	2	-	1	1	-
16.	<i>Penicillium lanosum</i> Westling	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	<i>P. purpurescens</i> Sopp	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	2	1
18.	<i>P. nigricans</i> Bain. ex Thom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
19.	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	-	-	-	-	1	-	-	1	-	5	-	1
20.	<i>P. rugulosum</i> Thom	-	-	1	1	1	4	-	-	-	-	-	-
21.	<i>Sesquicillium candelabrum</i> (Bonard.) W. Gams	1	1	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-
22.	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	-	1	1	-	7	4	4	-	-	2	-	-
23.	<i>T. viride</i> Pers ex Gray	-	4	3	6	2	33	14	10	14	4	5	3
	Łącznie	13	16	40	70	52	101	48	64	50	38	23	18

Objaśnienia jak w Tabeli 1.

Tabela 3. Zmiany składu gatunkowego grzybów keratynolitycznych zasiedlających badane kombinacje kompostowe**Table 3.** Changes in species composition of the keratinolytic fungi colonizing the combinations studies

L.p.	Gatunek grzyba	Miesiące												
		1			3			5			7			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1.	<i>Arthroderma quadrifidum</i> Dawson et Gentles	-	32	16	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>Chrysosporium keratinophilum</i> (Frey) Carmichael	2	3	2	25	22	14	15	12	14	11	8	10	
3.	<i>Ch. pannicola</i> (Corda) van Oorschot et Stalpers	-	2	3	26	17	12	5	7	4	1	6	4	
4.	<i>Ch. tropicum</i> Carm.	1	3	-	5	6	1	1	4	1	-	-	1	
5.	<i>Trichophyton terrestre</i> Durie et Frey complex	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	
	Łącznie	3	41	21	57	46	27	22	24	19	12	14	15	

Objaśnienia jak w Tabeli 1.

Stwierdzono, że w całym okresie kompostowania wzajemne relacje grzybów potencjalnie fitopatogenicznych i antagonistycznych, były na ogół korzystne tzn. cechowały się przewagą grzybów antagonistycznych. Zauważono przy tym, że przewaga grzybów antagonistycznych rosła wraz ze wzrostem czasu kompostowania, osiągając maksimum w piątym miesiącu trwania tego procesu. Zachwianie tych proporcji pojawiło się jedynie w trzecim miesiącu kompostowania w wariacie wzbogaconym inokulum grzybowym (Tab. 5).

Z danych przedstawionych w Tabeli 4 wynika, że nie wszystkie gatunki zasiedlające surową korę i pióra brojlerów były zdolne do rozwoju w materiale kompostowanym m.in. pochodzące z piór keratynolityczne gatunki *Ctenomyces serratus* i *Trichophyton georgiae*. W badanych kompostach wyselekcjonowały się natomiast populacje takich *keratinomycetes* jak: *Chrysosporium keratinophilum* i *Chrysosporium pannicola*. Pióra zasiedlały także grzyby przejawiające właściwości celulolityczne tj. *Chrysosporium pannorum* oraz potencjalnie fitopatogeniczne populacje *Fusarium solani* i *Fusarium oxysporum*. W przeciwieństwie do piór, kora sosnowa była przede wszystkim źródłem grzybów antagonistycznych, (odznaczających się również właściwościami celulolitycznymi). Wśród nich znalazły się: *Gliocladium virens*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces variotii* i *Penicillium* spp. (Tab. 4).

Tabela 4. Wykaz gatunków grzybów zasiedlających pióra kurcząt i korę sosnową**Table 4.** List of species of fungi colonizing the feathers of chicken and pine bark

L.p.	Gatunek grzyba	Liczba izolatów (x 10 ⁴)	
		pióra	kora
1.	<i>Acremonium fusidioides</i> (Nicot) W. Gams	1	-
2.	<i>Aspergillus parasiticus</i> Speare	1	-
3.	<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	1	-
4.	<i>Beauveria alba</i> (Limber) Saccas	1*	-
5.	<i>Cephalophthora tropica</i> Thaxt.	1	-
6.	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	2	-
7.	<i>Chrysosporium keratinophilum</i> (Frey) Carmichael	1*	-
8.	<i>Ch. pannicola</i> (Corda) van Oorschot et Stalpers	1*	-
9.	<i>Ch. pannorum</i> (Link) Hughes	8	1
10.	<i>Ch. tropicum</i> Carm.	1*	-
11.	<i>Ctenomyces serratus</i> Eidam	4*	-
12.	<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlecht) Snyder et Hans	3	-
13.	<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	1	-
14.	<i>Gliocladium virens</i> Miller, Giddens, Foster	-	1
15.	<i>Humicola insolens</i> Cooney et Emerson	-	1
16.	<i>Mariannea elegans</i> (Corda) Samson	-	5
17.	<i>Mortierella parvispora</i> Linnem.	-	1
18.	<i>Mucor circinelloides</i> van Tiegh.	2	-
19.	<i>Penicillium citrinum</i> Thom	-	3
20.	<i>P. chrysogenum</i> Thom	-	2
21.	<i>P. decumbens</i> Thom	1	-
22.	<i>P. frquetans</i> Westling	-	3
23.	<i>P. lanosum</i> Westling	-	1
24.	<i>P. lividum</i> Westling	-	1
25.	<i>P. purpurescens</i> Sopp	1	-
26.	<i>P. rugulosum</i> Thom	-	4
27.	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	-	1
28.	<i>T. koningii</i> Oudem.	-	2
29.	<i>T. viride</i> Pers. ex Gray	-	1
30.	<i>Trichophyton georgiae</i> Varsavsky et Ajello	10*	-
Łącznie		41	27

* podłoże Sabourauda z aktidionem,

- nie stwierdzono.

Tabela 5. Wzajemne relacje między grzybami antagonistycznymi i potencjalnie fitopatogenicznymi
Table 5. Interactions between antagonistic fungi and potentially phytopathogenic

	Miesiące																								
	1		3		5		7																		
Grzyby antagonistyczne (A):	I	II	I	II	I	II	I	II	III																
	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C															
<i>Aspergillus, Gliocladium,</i> <i>Paecilomyces,</i>																									
<i>Penicillium, Trichoderma</i>	17*	4	10	9	13	22	17	16	11	17	28	52	27	41	20	58	13	44	46	15	35	18	29	12	
Grzyby potencjalnie fitopatogeniczne (F):																									
<i>Acremonium, Fusarium</i>	6	2	1	2	1	3	0	27	15	23	5	10	1	6	1	3	1	4	2	3	3	0	3	0	
Stosunek A:F																									
Podłoże Martina	2,8:1	10:1	13:1	17:0	1:1,36	5,6:1	27:1	20:1	13:1	23:1	11,6:1	9,6:1													
Podłoże z celulozą	2:1	4,5:1	7,3:1	1:1,7	1:1,35	5,2:1	6,8:1	19,3:1	11:1	5:1	18:0	12:0													

M – podłoże Martina, C – podłoże z celulozą, jako jedynym źródłem C i energii,
 * - liczba szczepów, pozostałe objaśnienia jak w Tabeli 1.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują, że biocenozę grzybów zasiedlających kompostowany materiał kształtowały populacje autochtoniczne pochodzące z piór i kory. Dotyczyło to zarówno nie szczepionych jak i szczepionych wariantów doświadczalnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje wyselekcjonowanie się w badanych kombinacjach populacji *Trichoderma viride* i *Gliocladium virens*. Rozwojowi *Trichoderma viride* i *Gliocladium virens* w kompostach z kory sosnowej przypisywane jest hamujące oddziaływanie wobec takich patogenów roślin uprawnych jak: *Rhizoctonia solani* [2], *Phytophthora* [10], *Pythium* [1], *Fusarium* (cyt. za [9]). Występowanie obu wyżej wymienionych antagonistów w kompostowanej korze sosnowej odnotowała również Kowalik [22].

Do korzystnych z fitosanitarnego punktu widzenia, właściwości badanego materiału kompostowanego należy również znaczne nagromadzenie przedstawicieli *Paecilomyces variotii* i *Penicillium* spp.. Donoszono, że stymulacja wzrostu tych grzybów w glebie użyźnionej kompostowaną korą przyczynia się do ograniczenia rozwoju patogenicznych szczepów *Rhizoctonia solani* i *Sclerotium rolfsii* [11,12].

Spośród szczepów zasiedlających pióra w badanym materiale kompostowanym najsilniej rozwijały się keratynolityczne gatunki *Chrysosporium keratinophilum* i *Chrysosporium pannicola*. Zahamowanie rozwoju keratynolitycznych szczepów *Ctenomyces serratus* i *Trichophyton georgiae* było spowodowane zbyt kwaśnym odczynem kompostowanej masy [18]. Przypuszczenie to podtrzymują wyniki innych badań własnych [20]. Wskazują one na spadek liczby pojawów *Ctenomyces serratus* i *Trichophyton georgiae* wraz ze wzrostem zakwaszenia gleby.

Wyselekcjonowane grzyby keratynolityczne ze względu na wysoką wybiórczość pokarmową [23] zaliczane są do drobnoustrojów o słabych uzdolnieniach antagonicznych w porównaniu z drobnoustrojami mniej wyspecjalizowanymi pokarmowo [8].

Obok grzybów keratynolitycznych, pióra brojlerów były również źródłem celulolitycznych gatunków tych drobnoustrojów w tym potencjalnie patogenicznego gatunku *Fusarium solani*. Fakt ten nie budzi zdziwienia, bowiem wcześniej donoszono już o występowaniu w upierzeniu ptaków celulolitycznych *mikromycetes*, obejmujących również populacje *Fusarium* spp. [25].

W przeciwieństwie do rodzimych populacji grzybów, użyte szczepionki grzybowe były słabo dostosowane do warunków kompostowania. Świadczył o tym krótki (początek kompostowania) okres zasiedlania materiału kompostowanego przez *Arthroderma quadrifidum*. Zahamowanie rozwoju tego grzyba w późniejszej fazie kompostowania uwarunkowane było prawdopodobnie konkurencją z lepiej dostosowanymi do warunków kompostowania autochtonicznymi populacjami

keratinomycetes. Podobne relacje między inokulum *Trichoderma viride* i drobnoustrojami rodzimymi w procesie kompostowania odpadów tytoniowych obserwowwała Gostkowska i in. [7].

Na słabe dostosowanie inokulum *Arthroderma quadrifidum* do warunków kompostowania wskazuje również brak (w porównaniu z nie szczepioną kontrolą) wydzielania siarczanów [18]. Siarczany są obok $N-NH_4^+$ produktem mineralizacji keratyny przez grzyby [16]. Rozkład natywnej keratyny, połączony z wydzielaniem siarczanów [18] rozpoczął się dopiero w okresie rozwoju rodzimych populacji *keratinomycetes* zasiedlających kompostowane materiały.

Brak w materiale szczepowym, wyodrębnionym z kombinacji inokulowanej *Arthroderma quadrifidum*+*Geotrichum* sp., izolatów *Geotrichum* mógł wskazywać natomiast na zahamowanie rozwoju tego grzyba w kompostowanej masie, lub na użytych podłożach izolacyjnych, spowodowane nagromadzeniem antagonistów grzybowych.

Badania dynamiki rozwoju poszczególnych wyselekcjonowanych populacji grzybów zasiedlających badane kombinacje kompostowe wskazują, że wstępną fazę przemian substancji organicznej w badanych kompostach charakteryzował słaby rozwój rodzimych zespołów grzybów. Najprawdopodobniej były one ograniczane przez licznie występujące w tym okresie bakterie [19]. W późniejszej fazie, cechującej się zahamowaniem rozwoju bakterii [19], zaznaczył się silny wzrost liczebności *Chrysosporium keratinophilum*. Był on zbieżny z maksimum rozwoju ogólnej populacji grzybów keratynofilnych [19].

Warto podkreślić, że silnemu rozwojowi keratynolitycznego gatunku *Chrysosporium keratinophilum* i *Chrysosporium pannicola* towarzyszyła stymulacja wzrostu grzybów celulolitycznych: *Humicola insolens* i *Fusarium solani*. Efekt ten najprawdopodobniej był wywołany wysoką koncentracją $N-NH_4^+$ [18] sprzyjającą rozwojowi tych drobnoustrojów [13]. Późniejsze (5 miesiąc) zahamowanie wzrostu *Fusarium solani* było przypuszczalnie wywołane nasileniem rozwoju antagonistów grzybowych reprezentowanych przez *Gliocladium virens* i *Trichoderma viride*. Na antagonizm populacji *Fusarium solani* oraz *Gliocladium virens* i *Trichoderma viride* zwracano kilkakrotnie uwagę we wcześniejszych badaniach własnych, dotyczących ekologii grzybów glebowych [14,15,21]. Stymulacja rozwoju *Gliocladium virens* i *Trichoderma viride* znalazła również odzwierciedlenie w wysokim stosunku ilościowym między grzybami antagonistycznymi i potencjalnie fitopatogenicznymi, utrzymującym się do końca trwania doświadczenia. Bardzo niski potencjał infekcyjny końcowego produktu świadczy o braku zagrożenia chorobowego dla roślin, zaś nagromadzenie grzybów antagonistycznych wskazuje na możliwość wykorzystania kompostów sporządzonych z piór i kory sosnowej do poprawy stanu fitosanitarnego gleby.

WNIOSKI

1. Biocenozę grzybów zasiedlających kompostowane pióra brojlerów z korą sosnową reprezentowały populacje rodzimych grzybów keratynolitycznych, celulolitycznych i polifagicznych.
2. Selekcja lepiej dostosowanych do warunków kompostowania autochtonicznych populacji grzybów przyczyniła się do zahamowania rozwoju grzybów wprowadzonych w formie inokulum.
3. Dynamika rozwoju grzybów w kompostowanym materiale miała charakter sukcesji pokarmowej wyrażającej się następującą kolejnością rozwoju: grzyby keratynolityczne, grzyby celulolityczne i polifagi.
4. Stan fitosanitarny kompostów sporządzonych z piór i kory kształtowany był wysoką liczebnością grzybów silnie antagonistycznych.
5. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość wykorzystania kompostowanej z piórami brojlerów kory sosnowej do utrzymania lub poprawy zdrowotności gleby.

PIŚMIENNICTWO

1. **Chen W., Hoitink H. A. J., Madden L. V.:** Microbial activity and biomass in container media for predicting suppressiveness to damping-off caused by *Pytium ultimum*. *Phytopathology*, 78, 1447-1450, 1988.
2. **Chung Y. R., Hoitink H. A. J.:** Interactions between thermophilic fungi and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* – damping off in a bark compost – amended container medium. *Phytopathology*, 80, 73-77, 1990.
3. **Currah R. S.:** Taxonomy of the *Onygenales*: *Arthrodermataceae*, *Gymnoascaceae*, *Myxotrichaceae* and *Onygenaceae*. *Mycotaxon*, 24, 1-216, 1980.
4. **Domsch K. H., Gams W., Anderson T. H.:** Compendium of Soil Fungi. 1. Acad. Press. London, 1980.
5. **Ellis H. B.:** *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth, Mycological Institute Kew Surrey, England, 1971.
6. **Gilman I. C.:** Manual of Soil Fungi. The Iowa State College Press, Ames USA, 1945.
7. **Gostkowska K., Szwed A., Wyczółkowski A.:** Próba kompostowania odpadów tytoniowych. I. Wpływ stosowania różnego rodzaju inokulum na rozwój mikroflory kompostu. *Annales UMCS, E, LI*, 24, 192-199, 1996.
8. **Griffin D. M.:** Ecology of Soil Fungi, Chapman and Hall, 1972.
9. **Hoitink H. A. J., Fahy P. C.:** Basic for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 24, 93-114, 1986.

10. **Hoitink H. A. J., Inbar Y., Boehm M. J.:** Status of compost – amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Disease*, 75, 869-873, 1991.
11. **Kokalis-Burelle N., Rodriquez-Kabana R.:** Effect of pine bark extracts and pine bark powder on fungal pathogens, soil enzyme activity, and microbial populations. *Biological Control*, 4, 269-276, 1994.
12. **Kokalis-Burelle N., Rodriquez-Kabana R.:** Changes in populations of soil microorganisms, nematodes, and enzyme activity associated with application of powdered pine bark. *Plant and Soil*, 162, 169-175.
13. **Kornilłowicz T.:** Wpływ intensywnego nawożenia obornikiem oraz granulatem keratyno – koro mocznikowym na wybrane zespoły mykoflory glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 370, 85-96, 1989.
14. **Kornilłowicz T.:** Badania nad mikoflorą zasiedlającą surowe odpady keratynowe w glebie. *Acta Mycol.*, 27, 231-245, 1991-1992.
15. **Kornilłowicz T.:** Częstotliwość występowania i rozmieszczenia grzybów keratynofilnych w wybranych glebach uprawnych. *Acta Mycol.*, 28, 3-17, 1993.
16. **Kornilłowicz-Kowalska T.:** Studies on the decomposition of keratin wastes by saprotrophic microfungi. I. Criteria for evaluating keratinolytic activity. *Acta Mycol.*, 32, 51-79, 1997.
17. **Kornilłowicz-Kowalska T.:** Oddziaływanie grzybów glebowych (*Micromycetes*) na patogeny oraz szkodniki roślin i jego praktyczny aspekt. *Fragm. Agron.*, 2 (66), 135-155, 2000.
18. **Kornilłowicz-Kowalska T., Bohacz J.:** Próba kompostowania odpadów pierza z zastosowaniem szczepionki mikrobiologicznej. Przemiany chemiczne i biochemiczne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 477, 389-396, 2001.
19. **Kornilłowicz-Kowalska T., Bohacz J.:** Próba kompostowania odpadów pierza z zastosowaniem inokulum grzybowego. II. Dynamika rozwoju drobnoustrojów. *Acta Agrophysica*, 73, 189-197, 2002.
20. **Kornilłowicz-Kowalska T., Bohacz J.:** Some correlations between the occurrence frequency of keratinophilic fungi and selected soil properties. *Acta Mycol.*, 2002 (w druku).
21. **Kornilłowicz-Kowalska T., Iglík H., Wojdyło B.:** Some correlations between of number of cellulolytic fungi and selected soil properties. *Acta Mycol.*, 2002 (w druku).
22. **Kowalik M.:** Stan fitosanitarny podłoży stosowanych w produkcji ogrodniczej. *Mat. z Symp. „Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin”*, 241-247, 1993.
23. **Kunert J.:** Physiology of keratinophilic fungi. [In]. R.K.S. Kushwaha, Guarro J. (eds), *Biology of dermatophytes and other keratinophilic fungi*. *Revista Iberoamericana de Micologia (Supplement) Bilbao*, 77-84, 2000.
24. **Oorschot van C. A. N.:** A revision of *Chrysosporium* and allied genera. *Studies Mycol.*, 20, 1980.
25. **Pugh G. J. F.:** Cellulolytic and keratinophilic fungi recorded on birds. *Sabouraudia*, 4, 85-91, 1965.

AN ATTEMPT AT COMPOSTING FEATHER WASTE
USING FUNGI INOKULUM.
III. EVALUATION OF THE PHYTOSANITARY CONDITION

T. Kornilowicz-Kowalska, J. Bohacz

Department of Agricultural Microbiology, Mycological Laboratory, Academy of Agriculture
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

Summary. The present study is the third part of the recognition study [18.19] on the influence of appropriately selected inoculum on the course of the bioutilization of chicken feathers with pine bark. Due to fungal dominance in the composting process, the subject of the present study was the evaluation of the biocenotic composition of these microorganisms. Special attention was paid to the quantitative ratio between phytopathogenic and antagonistic fungi.

The mycological analysis carried out showed that microorganisms of the inoculum (keratinolytic and ligninolytic strains of fungi) did not exert any visible influence on the formation of interactions of composting fungi communities of these *micromycetes* consisted of species originating from feathers (keratinolytic fungi) and bark (polyphages and cellulolytic fungi). The physiological groups selected inhabited composted materials in the following sequence: keratinolytic fungi, cellulolytic fungi, polyphages. In the group of non-keratinolytic fungi, (polyphages and cellulolytic fungi), populations of antagonistic saprophytes: *Gliocladium virens*, *Trichoderma viride*, *Paecilomyces spp.* related to bark, were distinguished by the high frequency of their occurrence.

Development of fungi which were potentially phytopathogenic and represented by the *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* originating from feathers, was weak and disappeared in later composting phases which was distinguished by the accumulation of antagonistic saprophytes. The mycologically favourable phytosanitary condition of pine bark composted with broiler feathers pointed to the possibility of utilizing this method for the maintenance or improvement of the healthy condition of arable soils.

Key words: feathers, bark, composting, phytosanitary condition.