

Katarzyna JANDA, Agata MARKOWSKA-SZCZUPAK¹

BADANIA SKŁADU ILOŚCIOWEGO I JAKOŚCIOWEGO GRZYBÓW ZASIEDLAJĄCYCH NASIONA RZEPAKU

STUDY ON THE QUANTITATIVE AND QUALITATIVE COMPOSITION OF FUNGI SETTLED RAPESEED

Zakład Biochemii i Żywienia Człowieka, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

¹Zakład Biotechnologii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract. The aim of study was estimated of qualitative and quantitative composition of fungi in rapeseed on RBA, YpSs, DG18 medium at 25, 37, 45°C. Material was 18 samples of rapeseed. The most amount of fungi were isolated on RBA at 25°C (28), next xerophilic species (23) on DG 18 at 25°C and mesophilic (19) and thermophilic species (8) on YpSs medium at 37° and 45°C, respectively. The predominant species were *Penicillium chrysogenum* and *Eurotium herbariorum*. From rapeseed 162 strains belonging to 41 species were isolated. This study enriched rapeseed mycobiota about 25 species and genus of fungi in comparison to date from available literature.

Słowa kluczowe: gatunki grzybów, nasiona rzepaku.

Key words: rapeseed, species of fungi.

WSTĘP

Jakość mikrobiologiczna surowców i produktów żywnościowych jest istotnym elementem wpływającym na ich walory organoleptyczne oraz bezpieczeństwo zdrowotne (Białasiewicz i in. 2006; Michalczyk i Nowaczek 2006; Brużewicz i Malicki 2007). Grzyby mikroskopowe, przyczyniając się do obniżania jakości surowców oraz produktów żywnościowych, mogą powodować również znaczne straty ekonomiczne (De Lucca 2007; Hadanich i in. 2008; Horoszkiewicz-Janka i in. 2008). Ich obecność może być przyczyną zarówno uczuleń, jak i zachorowań ludzi i zwierząt (De Lucca 2007). Na szczególną uwagę zasługują surowce o niskiej wilgotności, takie jak: ziarna zbóż, mąka, kukurydza, ryż, nasiona kawy i kakao, orzechy, przyprawy, zioła a także świeże oraz suszone owoce i warzywa (Samson i in. 2002; Batista i in. 2003; Janda i Ulfing 2005; Krysińska-Traczyk i in. 2007; Kumar i in. 2008; Moss 2008). Nieliczne są natomiast doniesienia na temat grzybów zasiedlających nasiona rzepaku (Mills i Abramson 1986; Magan i in. 1993; Kornilowicz-Kowalska i in. 2000; Brazauskienė i in. 2006).

Celem pracy była ocena składu ilościowego i jakościowego grzybów zasiedlających nasiona rzepaku.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 18 próbek nasion rzepaku, pochodzących z sieci handlowej, o potencjalnie zróżnicowanym stopniu zasiedlenia grzybami. Ocena wizualna nasion nie wykazała widocznych oznak obecności grzybów. W celu określenia składu ilościowego i jakościowego grzybów wykonywano posiewy metodą rozcieńczeń (Samson i in. 2002). Aby jak najdokładniej ocenić liczebność i skład jakościowy grzybów, wykorzystano trzy pożywki agarowe i trzy temperatury hodowli: 1) RBA (Rose Bengal Agar) w 25°C (Merck 2006), 2) YpSs – (Yeast Powder Soluble Starch Agar) w 37°C i 45°C do określenia spektrum grzybów, odpowiednio mezofilnych oraz termofilnych i termotolerancyjnych (Del Fratte i Caretta 1990), 3) DG 18 – Dichloran Glicerol (DG18) Agar w 25°C do określenia spektrum grzybów kserotolerancyjnych i kserofilnych (Merck 2006). Do wszystkich pożywek dodawano chloramfenikol w ilości 100 mg/1000 cm³ pożywki (Samson i in. 2002) i sterylizowano je w autoklawie (121°C; 20 minut). Posiewy wykonywano w trzech powtórzeniach. Liczbę wyrosłych kolonii grzybowych podano jako jtk – jednostki tworzące kolonie w 100 g nasion (jtk · 100 g⁻¹).

Hodowle grzybowe oznaczano do gatunku na podstawie ich cech makro- i mikromorfologicznych. Do identyfikacji grzybów wykorzystano wybrane monografie taksonomiczne (Cooney i Emerson 1964; Raper i Fennel 1977; Domsch i in. 1980; Hoog i in. 2000; Klich 2000, Samson i Pitt 2000; Samson i in. 2002; Frisvad i Samson 2004; Samson i Frisvad 2004). W identyfikacji grzybów wykorzystano technikę mikrohodowli. Preparaty wykonywano w laktofenolu z dodatkiem barwnika Cotton blue oraz w PVA (alkohol poliwinylowy – 1,66 g, kwas mlekowy – 10 cm³, gliceryna – 1 cm³, woda destylowana – 10 cm³). W celu uzyskania owocników płciowych grzybów stosowano pożywkę WA (Water Agar) lub OA (Oatmeal Agar). Inkubację prowadzono w optymalnej dla danego gatunku grzybów temperaturze przez 1–2 miesiące (Samson i in. 2002). Udział poszczególnych gatunków w mykobiocenozie nasion określono jako stosunek liczby szczepów danego gatunku do całkowitej liczby wyodrębnionych szczepów.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, używając arkusza kalkulacyjnego Excel oraz programu Statistica 8.0 (StatSoft®).

WYNIKI I DISKUSJA

Nasiona rzepaku różniły się między sobą pod względem ilości zasiedlających grzybów (tab. 1). Największe różnice dotyczyły składu grzybów kserofilnych i kserotolerancyjnych wyrosłych na podłożu DG18 w 25°C – od $8,5 \cdot 10^3$ do $6,0 \cdot 10^8$ jtk · 100 · g⁻¹ oraz termofilnych wyizolowanych na YpSs w 45°C – począwszy od nasion, w których nie stwierdzono ich obecności (23,5% próbek nasion) aż do $1,0 \cdot 10^6$ jtk · 100 · g⁻¹. Najmniejsze zróżnicowanie zaobserwowano w liczebności grzybów mezofilnych wyrosłych na pożywce YpSs w 37°C (od $5,0 \cdot 10^2$ do $3,5 \cdot 10^5$ jtk · 100 · g⁻¹). Największą liczbę grzybów ($6,7 \cdot 10^7$ jtk · 100 · g⁻¹) wyizolowano z podłoża DG18 w 25°C – były to gatunki kserofilne.

Tabela 1. Liczba grzybów wyizolowanych z nasion rzepaku na pożywkach DG18, RBA i YpSs
 Table 1. The number of fungi isolated from rapeseed on DG18, RBA and YpSs medium

Pożywka i temperatura inkubacji Medium and incubation temperature	Średnia Mean	Min. Min.	Maks. Max.	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Coefficient of variation	Mediana Median
		jtk · 100 · g ⁻¹ cfu · 100 · g ⁻¹				
RBA (25°C)	2,4 · 10 ⁶	6,5 · 10 ³	2,3 · 10 ⁷	6,2 · 10 ⁶	2,59	1,3 · 10 ⁵
DG18 (15°C)	6,7 · 10 ⁷	8,5 · 10 ³	6,0 · 10 ⁸	1,9 · 10 ⁸	2,89	2,6 · 10 ⁵
YpSs (37°C)	4,4 · 10 ⁴	5,0 · 10 ²	3,5 · 10 ⁵	9,1 · 10 ⁴	2,06	7,5 · 10 ³
YpSs (45°C)	8,9 · 10 ⁶	0,0 · 10 ⁰	1,0 · 10 ⁶	2,6 · 10 ⁵	2,87	1,0 · 10 ³

jtk – jednostki tworzące kolonie.
 cfu – colony forming unit.

Skład gatunkowy grzybów zasiedlających nasiona rzepaku przedstawiono w tabeli 2. W ocenie mikrobiologicznej, oprócz liczebności drobnoustrojów, niezwykle ważny jest też ich skład gatunkowy. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyizolowanie łącznie 162 szczepów, należących do 41 gatunków. Liczba gatunków w poszczególnych próbkach wahała się od 5 do 12. Gatunkami o częstości izolowania >20% były: *Eurotium herbariorum* (94,4%), *Penicillium chrysogenum* (94,4%), *Alternaria alternata* (88,9%), *Eurotium amstelodami* (66,7%), *Penicillium commune* (66,7%), *Penicillium nigricans* (66,7%), *Aspergillus fumigatus* (50%), *Penicillium hordei* (27,8%), *Eurotium chevalieri* (22,2%), *Geomyces pannorum* (22,2%) oraz *Ulocladium chartarum* (22,2%).

Udział tych gatunków w mykocenozie nasion rzepaku (w stosunku do ogółu szczepów) mieścił się w zakresie od 2,5% (*Eurotium chevalieri*, *Geomyces pannorum*, *Ulocladium chartarum*) do 10,5% (*Eurotium herbariorum*, *Penicillium chrysogenum*). Gatunkami dominującymi były *Penicillium chrysogenum* i *Eurotium herbariorum* (anamorf *Aspergillus glaucus*), które należą do grzybów zasiedlających środowiska o obniżonej aktywności wody, czyli grzybów kserofilnych. Według Andrews i Pitt (1987), do tej grupy drobnoustrojów zalicza się te, które są zdolne do wzrostu w warunkach aktywności wody poniżej a_w 0,85. *Penicillium chrysogenum* i *Eurotium herbariorum* są jednymi z najważniejszych grzybów odpowiedzialnych za psucie się żywności o niskiej wilgotności, przy czym *P. chrysogenum* to jedyny grzyb, oprócz *Aspergillus flavus*, zdolny do wzrostu w warunkach aktywności wody $a_w < 0,80$ (Dantigny i in. 2005).

Należy zwrócić uwagę, że grzyby dominujące w badanych próbkach nasion rzepaku zdolne są do wytwarzania mykotoksyn. Szczepy *E. herbariorum* syntetyzują patulinę, sterygmatocystynę, echinulinę, kladosporynę, neoehinulinę A i B, flawoglaucynę, auroglaucynę, fycion, izotetrahydroglaucynę, epiheweadryd (Al-Julaifi i in. 1996; Krikštaponis i in. 2001; Samson i in. 2002; Slack i in. 2009). Samson i in. (2002) wykazali, że żywność zanieczyszczona *E. herbariorum* jest toksyczna dla królików i może powodować niestrawność u ludzi. Również szczepy *P. chrysogenum* znane są z wytwarzania mykotoksyn, takich jak cytrynina, rokwefortyna C, patulina, PR-toksyna, ksantocylicyna X, kwas cyklopiazonowy i penicylinowy, melegryna, chrysogin oraz ochratoksyna A (Al-Julaifi i in. 1996; Krikštaponis i in. 2001; Samson i in. 2002; Miklaszewska i Grajewski 2005; Soroka i in. 2008).

Tabela 2. Grzyby wyizolowane z nasion rzepaku
Table 2. Fungi isolated from rapeseed

Gatunki grzybów Fungi species	Liczba próbek, w których stwierdzono obecność gatunku Count of samples in which fungi have been isolated	Częstość występowania* Incidence* (%)	Udział w mykocenozie Participation in mycobiota (%)
<i>Eurotium herbariorum</i>	17	94,4	10,5
<i>Penicillium chrysogenum</i>	17	94,4	10,5
<i>Alternaria alternata</i>	16	88,9	9,9
<i>Eurotium amstelodami</i>	12	66,7	7,4
<i>Penicillium commune</i>	12	66,7	7,4
<i>P. nigricans</i>	12	66,7	7,4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	9	50,0	5,6
<i>Penicillium hordei</i>	5	27,8	3,1
<i>Eurotium chevalieri</i>	4	22,2	2,5
<i>Geomyces pannorum</i>	4	22,2	2,5
<i>Ulocladium chartarum</i>	4	22,2	2,5
<i>Aspergillus candidus</i>	3	16,7	1,9
<i>Candida</i> sp.	3	16,7	1,9
<i>Penicillium brevicompactum</i>	3	16,7	1,9
<i>P. cyclopium</i>	3	16,7	1,9
<i>P. viridicatum</i>	3	16,7	1,9
<i>Rhizopus oryzae</i>	3	16,7	1,9
<i>Absidia corymbifera</i>	2	11,1	1,2
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	11,1	1,2
<i>Emericella nidulans</i>	2	11,1	1,2
<i>Mucor circinelloides</i>	2	11,1	1,2
<i>Mycelia sterilia</i> (brązowa)	2	11,1	1,2
<i>Paecilomyces variotii</i>	2	11,1	1,2
<i>Penicillium polonicum</i>	2	11,1	1,2
<i>Trichosporon</i> sp.	2	11,1	1,2
<i>Acremonium alabamensis</i>	1	5,6	0,6
<i>A. charticola</i>	1	5,6	0,6
<i>Aspergillus niger</i>	1	5,6	0,6
<i>Aspergillus versicolor</i>	1	5,6	0,6
<i>Fusarium</i> sp.	1	5,6	0,6
<i>Geotrichum candidum</i>	1	5,6	0,6
<i>Malbranchea</i> sp.	1	5,6	0,6
<i>Mucor racemosus</i>	1	5,6	0,6
<i>Mycelia sterilia</i> (biała)	1	5,6	0,6
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	1	5,6	0,6
<i>P. dupontii</i>	1	5,6	0,6
<i>Rhizopus rhizopodiformis</i>	1	5,6	0,6
<i>Rhodotorula</i> sp.	1	5,6	0,6
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	1	5,6	0,6
<i>Thermoascus crustaceus</i>	1	5,6	0,6
<i>Verticillium lecani</i>	1	5,6	0,6

* % próbek, w których stwierdzono występowanie grzyba.
% samples in which fungi was found.

Skład gatunkowy grzybów, w zależności od zastosowanej pożywki agarowej i temperatury inkubacji, przedstawiono w tabeli 3. Najwięcej wyizolowano gatunków mezofilnych na pożywce RBA w 25°C (28), w dalszej kolejności gatunków kserofilnych (23) na DG18 w 25°C oraz mezofilnych (19) i termofilnych (8) na pożywce YpSs w temperaturze, odpowiednio 37° i 45°C. Otrzymane wyniki wskazują, że w celu określenia spektrum gatunków zasiedlających nasiona rzepaku najwłaściwsza jest temperatura inkubacji 25°C oraz standardowe podłoże wykorzystywane do wyodrębniania grzybów RBA, a także pożywka DG18, polecana do wyodrębniania gatunków kserofilnych i kserotolerancyjnych.

Tabela 3. Lista gatunków grzybów wyizolowanych z nasion rzepaku na pożywkach DG18, RBA i YpSs
 Table 3. List of fungi species isolated from rapeseed on DG18, RBA and YpSs medium

Gatunki grzybów Fungi species	Pożywka i temperatura inkubacji Medium and incubation temperature			
	DG18 (25°C)	RBA (25°C)	YpSs (37°C)	YpSs (45°C)
<i>Absidia corymbifera</i>	+	+	+	+
<i>Acremonium alabamensis</i>	-	-	-	+
<i>A. charticola</i>	-	-	+	-
<i>Alternaria alternata</i>	+	+	+	-
<i>Aspergillus candidus</i>	+	+	+	-
<i>A. fumigatus</i>	+	+	+	+
<i>A. niger</i>	-	+	-	-
<i>A. versicolor</i>	+	-	-	-
<i>Candida</i> sp.	+	+	+	-
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	+	-	-	-
<i>Emericella nidulans</i>	-	-	+	+
<i>Eurotium amstelodami</i>	+	+	+	-
<i>E. chevalieri</i>	+	+	+	-
<i>E. herbariorum</i>	+	+	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	+	-	-	-
<i>Geomyces pannorum</i>	-	+	-	-
<i>Geotrichum candidum</i>	+	-	+	-
<i>Malbranchea</i> sp.	-	-	+	-
<i>Mucor circinelloides</i>	-	+	-	-
<i>Mucor racemosus</i>	-	+	-	-
<i>Mycelia sterilia</i> (biała)	+	+	+	-
<i>Mycelia sterilia</i> (brązowa)	+	+	-	-
<i>Paecilomyces variotii</i>	-	+	-	+
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	-	+	-	-
<i>P. brevicompactum</i>	-	+	-	-
<i>P. chrysogenum</i>	+	+	+	-
<i>P. commune</i>	+	+	+	-
<i>P. cyclopium</i>	+	+	-	-
<i>P. dupontii</i>	-	-	-	+
<i>P. hordei</i>	+	+	-	-
<i>P. nigricans</i>	+	+	+	-
<i>P. polonicum</i>	+	-	-	-
<i>P. viridicatum</i>	+	+	-	-
<i>Rhizopus oryzae</i>	+	+	+	-
<i>R. rhizopodiformis</i>	-	-	-	+
<i>Rhodotorula</i> sp.	-	-	+	-
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	-	+	-	-
<i>Thermoascus crustaceus</i>	-	-	-	+
<i>Trichosporon</i> sp.	+	+	+	-
<i>Ulocladium chartarum</i>	-	+	+	-
<i>Verticillium lecanii</i>	-	+	-	-
Liczba gatunków Count of species	23	28	19	8

Przeprowadzone badania wykazały, że z 18 próbek nasion rzepaku wyodrębniono 162 szczepy, należące do 41 gatunków. W porównaniu z danymi literaturowymi (tab. 4) badania własne wzbogaciły mykocenozę nasion rzepaku o następujące 25 gatunków i dwa rodzaje: *Absidia corymbifera*, *Acremonium charticola*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Candida*, sp., *Emericella nidulans*, *Eurotium herbariorum*, *E. amstelodami*, *E. chevalieri*, *Geomyces pannorum*, *Geotrichum candidum*, *Malbranchea* sp., *Mucor racemosus*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium commune*, *P. hordei*, *P. cyclopium*, *P. viridicatum*, *P. polonicum*, *P. aurantiogriseum*, *P. dupontii*, *Rhizopus oryzae*, *R. rhizopodiformis*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Thermoascus crustaceus*, *Verticillium lecanii*, *Ulocladium chartarum*. Ponadto z nasion rzepaku wyizolowano szczepy grzybów drożdżoidalnych, morfologicznie zbliżone do rodzaju *Trichosporon*.

Tabela 4. Dane literaturowe dotyczące gatunków grzybów wyizolowanych z nasion rzepaku (Mills i Abramson 1986; Magan i in. 1993; Korniłowicz-Kowalska i in. 2000; Brazauskienė i in. 2006)
 Table 4. Data from literature concern fungi isolated from rapeseed (Mills i Abramson 1986; Magan i in. 1993; Korniłowicz-Kowalska i in. 2000; Brazauskienė i in. 2006)

Grzyby wyodrębnione z nasion rzepaku Fungi isolated from rapeseed
<i>Acremonium</i> sp., <i>A. bisepalum</i> , <i>A. rutilum</i> , <i>A. strictum</i>
<i>Alternaria</i> sp., <i>A. brassicacea</i> , <i>A. alternata</i> , <i>A. brassicola</i> , <i>A. raphani</i>
<i>Aspergillus</i> sp., <i>A. candidus</i> , <i>A. erythrocephalus</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. oryzae</i>
<i>Botrytis</i> sp.
<i>Cladosporium</i> sp., <i>C. cladosporioides</i> , <i>C. herbarum</i> , <i>C. chlorocephalum</i>
<i>Eurotium</i> sp.
<i>Mucor</i> sp., <i>M. circinelloides</i> , <i>M. hiemalis</i>
<i>Mycelia sterilia</i>
<i>Fusarium</i> sp.
<i>Penicillium</i> sp., <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. corylophilum</i> , <i>P. digitatum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. granulatum</i> , <i>P. nigricans</i> , <i>P. rugulosum</i>
<i>Phoma</i> sp., <i>P. eupyrena</i>
<i>Rhodotorula</i> sp.
<i>Verticillium</i> sp., <i>V. nigrescens</i>

Badania własne wzbogaciły wiedzę o gatunkach grzybów zasiedlających nasiona rzepaku – wyizolowano wiele gatunków, które dotychczas z rzepaku nie były wyodrębniane. Przyczyną tego jest z pewnością fakt, że kolejni badacze izolowali grzyby z innego materiału roślinnego – mimo iż badania dotyczyły tego samego gatunku botanicznego, to nasiona z pewnością różniły się wieloma cechami jakościowymi (np. ilością zanieczyszczeń, wilgotnością), pochodziły z różnych regionów geograficznych i/lub były przechowywane w różnych warunkach termiczno-wilgotnościowych.

Na podstawie dostępnego piśmiennictwa można zauważyć, że do określania stanu mikologicznego nasion stosowana jest zazwyczaj jedna pożywka mikrobiologiczna – PDA (Potato Dextrose Agar), MEA (Malt Extract Agar), RBA (Rose Bengal Agar) i jedna temperatura inkubacji w przedziale od 24°C do 27°C. W badaniach własnych do izolowania grzybów zastosowano trzy pożywki, różniące się składem chemicznym i wartością pH: RBA, DG18 oraz YpSs, a inkubację prowadzono w trzech temperaturach: 25°C oraz 37°C i 45°C. Warunki te pozwoliły na wyodrębnienie szerokiego spektrum grzybów o zróżnicowanych wymaganiach środowiskowych, łącznie z grzybami kserofilnymi i kserotolerancyjnymi izolowanymi w temperaturze 25°C na pożywce DG18 oraz termofilnymi wyrosłymi na pożywce YpSs w 45°C. Pożywką, na której wyizolowano najwięcej grzybów, jest DG18, polecana do grzybów kserofilnych; nieco mniej wyodrębniono ich na standardowej pożywce do izolowania ogólnej liczby grzybów RBA. Obie pożywki mają zbliżony skład – głównymi składnikami są pepton mykologiczny (5 g) oraz glukoza (10 g). Różnią się tym, że podłoże DG18 zawiera dichloran – związek obniżający aktywność wody, dzięki czemu pożywka ta polecana jest do wyodrębniania grzybów kserofilnych ze środowisk o niskiej wilgotności. Ponadto różna jest wartość pH. Pożywka RBA charakteryzuje się pH 7,2, natomiast DG18 – 5,6.

Ponieważ skład pożywek był bardzo podobny, to właśnie wartość pH oraz obniżona dostępność wody w pożywce DG18 były parametrami decydującymi o tym, że liczba wyodrębnionych gatunków była największa. Określając skład ilościowy i jakościowy grzybów wykorzystano również pożywkę YpSs o pH 7,0, której głównymi składnikami są ekstrakt drożdżowy (4 g) oraz skrobia (15 g). W rezultacie inkubacji prowadzonych w temperaturze 45°C

z nasion rzepaku wyodrębniono osiem gatunków grzybów strzępkowych: *Absidia corymbifera*, *Acremonium alabamensis*, *Aspergillus fumigatus*, *Emericella nidulans*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium dupontii*, *Rhizopus rhizopodiformis*, *Thermoascus crustaceus*. Wskazuje na to potencjalne ryzyko, jakie może pojawić się w przypadku podwyższenia temperatury w czasie przechowywania nasion – w takiej sytuacji uaktywnią się grzyby termofilne i termotolerancyjne, których aktywność życiowa może przyczynić się do obniżenia jakości nasion w warunkach podwyższonej temperatury, a nawet do ich samozapłonu.

WNIOSKI

1. Nasiona rzepaku, bez widocznych oznak zanieczyszczenia, zasiedlane były przez różne gatunki grzybów, w tym również termofilne i kserofilne.
2. Gatunkami dominującym były *Eurotium herbariorum* i *Penicillium chrysogenum* zaliczane do grzybów kserofilnych.
3. Ponieważ grzyby dominujące w badanych nasionach rzepaku zdolne są do wytwarzania mykotoksyn to występuje potencjalne ryzyko pogorszenia jakości nasion nawet podczas składowania w warunkach niskiej wilgotności.

Praca finansowana z grantu MNiSW 2P06R 025 30.

PIŚMIENNICTWO

- Al-Julaifi M.Z., Al-Khaliel A.S., Elkhider K.A.** 1996. Patulin production by fungi isolated from barley locally grown in Saudi Arabia. J. King Saud Univ. 8, 1, 19–24.
- Andrews S., Pitt J.** 1987. Further studies on the water relations of xerophilic fungi including some halophiles. J. Gen. Microbiol. 133, 233–238.
- Batista L.R., Chalfoun S.M., Prado G., Schwan R.F., Wheals A.E.** 2003. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). Int. J. Food Microbiol. 85, 293–300.
- Białasiewicz D., Majczyna D., Królasik J.** 2006. Ocena mikrobiologiczna produktów wegetariańskich. Żywn.-Nauk. Technol. Jakość 1, 46, Supl. 11–24.
- Brazauskienė I., Petraitiene E., Makeviciene A.** 2006. Effects of genotype and environmental factors on rape seed contamination with mycotoxins and mycotoxin-producing fungi. Ekologija 3, 14–20.
- Brużewicz S., Malicki A.** 2007. Stan mikrobiologiczny wybranych przypraw i przeżywalność w nich drobnoustrojów. Żywn.-Nauk. Technol. Jakość 4, 53, 99–108.
- Cooney D.G., Emerson R.** 1964. Thermophilic fungi. An account of their biology, activities and classification. W.H. Freeman and Company, San Francisco and London.
- Dantigny P., Guilmarat A., Bensoussan M.** 2005. Basis of predictive mycology. Int. J. Food Microbiol. 100, 187–196.
- De Lucca A.J.** 2007. Harmful fungi in both agriculture and medicine. Rev. Iberoam. Micol. 24, 3–13.
- Del Fratte G., Caretta G.** 1990. Fungi isolated from Antarctic material. Polar Biol. 11, 1–7.
- Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H.** 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Press, London-San Francisco.
- Frisvad J.C., Samson R.A.** 2004. Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium*. A guide to identification of food and air-borne terverticillate *Penicillia* and their mycotoxins. Stud. Mycol. 49, 1–174.

- Hadanich D., Juhasz-Roman M., Nagy B.** 2008. The effect of microorganisms deteriorating quality in storing sunflower seed. *Acta Aliment. Hung.* 37, 1, 77–86.
- Hoog de G.S., Guarro J., Gene J., Figueras M.J.** 2000. Atlas of Clinical Fungi. 2nd Edition. Centraalbureau voor Schimmelcultures & Universitat Rovira i Virgili, Utrecht, Reus.
- Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbias M.** 2008. Wpływ grzybów toksynotwórczych na wybrane cechy jakościowe plonu zbóż i rzepaku. *Prog. Plant Prot./Postępy Ochr. Rośli.* 48, 3, 1039–1047.
- Janda K., Ulfing K.** 2005. Badania składu ilościowego i jakościowego grzybów w suszach roślin leczniczych. *Rocz. Państ. Zakł. Hig.* 56, 4, 331–338.
- Klich M.A.** 2000. Identification of common *Aspergillus* species. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.
- Korniłowicz-Kowalska T., Szwed A., Szwed G.** 2000. Charakterystyka mykologiczna nasion rzepaku w zależności od warunków ich przechowywania. *Acta Agrophys.* 37, 83–93.
- Krikštaponis A., Stakėnienė J., Lugauskas A.** 2001. Toxigenic fungi in human environment. *Biologija* 4, 10–12.
- Krysińska-Traczyk E., Perkowski J., Dutkiewicz J.** 2007. Levels of fungi and mycotoxins in the samples of grain and grain dust collected from five various cereal crops in eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 14, 159–167.
- Kumar V., Basu M.S., Rajendran T.P.** 2008. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agriculture commodities. *Crop. Prot.* 27, 891–905.
- Magan N., Jenkins N.E., Howarth J.** 1993. Lipolytic activity and degradation of rapeseed oil and rapeseed by spoilage fungi. *Int. J. Food Microbiol.* 19, 217–227.
- Merck Microbiology Manual 12th Edition**, 2006. https://uk.vwr.com/app/Header?tmpl=/microbiology/merck_microbiology_manual.htm, dostęp z dnia 12.08.2013.
- Michalczyk M., Nowaczek K.** 2006. Jakość mikrobiologiczna warzyw mało przetworzonych oferowanych w sklepach małopolski. *Żywn.-Nauk. Technol. Jakość* 2, 47, Supl., 231–237.
- Miklaszewska B., Grajewski J.** 2005. Patogenne i alergogenne grzyby pleśniowe w otoczeniu człowieka. *Alergia* 2, 24, 45–50.
- Mills J.T., Abramson D.** 1986. Production of sterigmatocystin by isolates of *Aspergillus versicolor* from western Canadian stored barley and rapeseed/canola. *Can. J. Plant Pathol.* 8, 151–153.
- Moss M.O.** 2008. Fungi, quality and safety issues in fresh fruits and vegetables. *J. Appl. Microbiol.* 104, 1239–1243.
- Raper K.B., Fennel K.D.** 1977. The genus *Aspergillus*. Krieger Publishing Company, Huntington, New York.
- Samson R.A., Frisvad J.C.** 2004. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes and mycotoxins and other extrolites. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.
- Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C., Filtenborg O.** (eds). 2002. Introduction to food- and airborne fungi (revised 6th Edition), Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.
- Samson R.A., Pitt J.I.** 2000. Integration of modern taxonomic methods for *Penicillium* and *Aspergillus*. Overseas Publish. Associ.
- Slack G.J., Puniani E., Frisvad J.C., Samson R.A., Miller J.D.** 2009. Secondary metabolites from *Eurotium* species, *Aspergillus calidoustus* and *A. insuetus* common in Canadian homes with a review of their chemistry and biological activities. *Mycol. Res.* 113, 480–490.
- Soroka P.M., Cyprowski M., Szadkowska-Stańczyk I.** 2008. Narażenie zawodowe na mykotoksyny w różnych gałęziach przemysłu. *Med. Pr.* 59, 4, 333–345.