

Ewa Krysińska-Traczyk¹
Juliusz Perkowski²
Marian Kostecki²
Jacek Dutkiewicz¹
Irena Kiecana³

GRZYBY PLEŚNIOWE I MIKOTOKSYNY JAKO POTENCJALNE CZYNNIKI ZAGROŻENIA ZAWODOWEGO ROLNIKÓW SPRZĄTAJĄCYCH ZBOŻE KOMBAJNAMI *

FILAMENTOUS FUNGI AND MYCOTOXINS AS POTENTIAL OCCUPATIONAL RISK FACTORS AMONG FARMERS ENGAGED IN COMBINE HARVESTING OF CEREALS

¹ Z Zakładu Biologicznych Szkodliwości Zawodowych
Instytutu Medycyny Wsi w Lublinie

Kierownik zakładu: prof. dr hab. J. Dutkiewicz

² Z Katedry Chemii

Akademii Rolniczej w Poznaniu

Kierownik katedry: prof. dr hab. P. Goliński

³ Z Katedry Fitopatologii

Akademii Rolniczej w Lublinie

Kierownik katedry: prof. dr hab. Z. Machowicz-Stefaniak

STRESZCZENIE Przeprowadzono badania dotyczące określenia poziomu zawartości grzybów pleśniowych i mikotoksyn w próbach ziarna pszenicy i pyłu występującego podczas omlotów kombajnowych. W próbach ziarna i pyłu zbożowego stwierdzono dużą zawartość grzybów pleśniowych, odpowiednio w granicach 5,0–520,0 cfu/g • 10³ i 275,0–2825,0 cfu/g • 10³. W zbadanych próbach ziarna i pyłu zbożowego stwierdzono obecność alergizujących i toksynotwórczych grzybów z rodzajów *Alternaria*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* i *Fusarium*. W próbach ziarna pszenicy stwierdzono również występowanie mikotoksyn: moniliforminy (MON), deoksynivalenolu (DON) i ochratoxyny A (OTA), których stężenie zawierało się w granicach: MON = 0,025–0,088 µg/g; DON = 0,015–0,068 µg/g; OTA = 0,0004–0,0008 µg/g. W próbach pyłu zawartość mikotoksyn zawierała się w granicach: MON = 0,025–0,149 µg/g; DON = 0,015–0,215 µg/g; NIV = 0,015–0,360 µg/g; OTA = 0,0004–0,0012 µg/g. Stwierdzono znamiennej korelację pomiędzy występowaniem w badanych próbkach grzybów z rodzaju *Fusarium*, a stężeniem chorobotwórczych mikotoksyn. Całość wyników badań świadczy o znacznym stopniu ryzyka zawodowego rolników pracujących przy omlotach zbóż, spowodowanym wdychiwaniem chorobotwórczych gatunków grzybów pleśniowych i mikotoksyn. Med. Pr. 2003; 54 (2): 133–138

SŁOWA KLUCZOWE: grzyby pleśniowe, *Fusarium*, mikotoksyny, pszenica, rolnicy, zagrożenie zawodowe

ABSTRACT The studies to determine the level of filamentous fungi and mycotoxins were carried out in samples of grain and grain dust during threshing of cereals by a combine harvester. High concentration of fungi was noted in grain and grain dust samples, it ranged from 5.0 to 520.0 cfu/g • 10³ and from 275.0 to 2825.0 cfu/g • 10³, respectively. Allergizing and toxigenic fungi of *Alternaria*, *Geotrichum*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species were observed in the study samples of grain and grain dust. In the samples of wheat grain, mycotoxins were also noted: moniliformin (MON), deoxynivalenol (DON) and ochratoxin A (OTA); their concentrations ranged from 0.025 to 0.088 µg/g; 0.015–0.068 µg/g; and from 0.0004 to 0.0008 µg/g, respectively. The level of mycotoxins in the grain dust samples was within the range of 0.025–0.149 µg/g – MON; 0.015–0.215 µg/g – DON; 0.015–0.360 µg/g – NIV; and 0.0004–0.0012 µg/g – OTA. A significant correlation was observed between the occurrence of fungi of *Fusarium* species and the concentration of pathologic mycotoxins. The results confirm a considerable occupational risk among farmers engaged in grain threshing due to inhalation of pathogenic species of filamentous fungi and mycotoxins. Med Pr 2003; 54 (2): 133–138

KEY WORDS: filamentous fungi, *Fusarium*, mycotoxins, wheat, farmers, occupational risk

Nadesłano: 29.01.2003

Zatwierdzono: 10.03.2003

Adres 1 autora: Jaczewskiego 2, 20-950 Lublin, e-mail: imw@galen.imw.lublin.pl

WSTĘP

W rolniczym środowisku pracy podczas wykonywania omlotów zbóż istnieje duże zagrożenie zdrowia spowodowane wdychiwaniem pyłu organicznego zanieczyszczonego w znacznym stopniu grzybami pleśniowymi (1–10). Niektóre gatunki grzybów pleśniowych mogą działać alergizująco na organizm ludzki, będąc przyczyną astmy oskrzelowej, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, alergicznego

nieżyty nosa i atopowego zapalenia spojówek (1–3,6–11). Mogą one również czynnikiem etiologicznym syndromu toksycznego wywołanego pyłem organicznym (ODTS) (11,12).

Wykazano, że grzyby pleśniowe z gatunku *Aspergillus candidus* były przyczyną ODTS u młodzieży licealnej, zatrudnionej przy pracach z wilgotnym ziarnem jęczmienia, znacznie zanieczyszczonym tymi grzybami (11,12). Chorobotwórczy wpływ na organizm ludzki wykazują również mikotoksyny, będące produktami metabolizmu grzybów (13–16). Znany jest chorobotwórczy efekt działania mikotoksyn po spożyciu ich z żywnością (16–18), natomiast dotychczas niewiele wia-

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych nr PO5D O36 19 pt. „Ocena narażenia rolników indywidualnych na grzyby i mikotoksyny występujące w zbożach i pyłe zbożowym - w aspekcie potencjalnie chorobotwórczego działania na organizm ludzki”. Kierownik projektu: dr med. E. Krysińska-Traczyk.

domo o skutkach ich działania poprzez układ oddechowy. Hintikka i Nikulin (19) donoszą, że wdychanie aflatoksyn może działać rakotwórczo na organizm ludzki, natomiast ekspozycja na ochratoksyny może spowodować uszkodzenie nerek. Mikotoksyny wdychiwane wraz z pyłem zbożowym powstającym podczas wykonywania prac rolniczych stanowią potencjalne ryzyko zawodowe dla rolników. Szczególnie znaczenie mają: trichoteceny – wytwarzane przez różne gatunki grzybów z rodzaju *Fusarium* i ochratoksyny – produkowane przez grzyby z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* (15–18,20). Stwierdzono, że trichoteceny zanieczyszczające żywność powodowały u ludzi objawy choroby nazwanej „toksyzną aleukią żywnościową” (ATA) (15–18). Wśród ochratoksyn największe znaczenie chorobotwórcze wykazuje ochratoksyna A, którą opisano jako czynnik etiologiczny tzw. bałkańskiej endemicznej nefropatii (15–18).

Celem badań było określenie, czy toksynotwórcze gatunki grzybów pleśniowych i wytwarzane przez nie mikotoksyny mogą występować w środowisku pracy rolników wykonujących kombajnowe omloty pszenicy i tym stanowić jedną z potencjalnych przyczyn wystąpienia objawów chorobowych w wyniku masowego narażenia na pył zbożowy.

MATERIAŁ I METODY

Mikologiczne i mikotoksyczne badania środowiska pracy

Oznaczenie zawartości i składu gatunkowego grzybów pleśniowych

Do badań pobrano dziesięć prób ziarna pszenicy i dziesięć prób osiadłego pyłu – w dziesięciu gospodarstwach rolnych wykonujących omloty przy użyciu kombajnów. W pobranych próbach oznaczono stężenie grzybów pleśniowych oraz ich skład gatunkowy.

Stężenie i skład gatunkowy grzybów pleśniowych w pobranych próbach ziarna pszenicy i osiadłego pyłu określono metodą rozcieńczeń płytkowych (21): 1 gram każdej próby zawieszono w 100 ml sterylnego 0,85% NaCl z dodatkiem 0,05% Tweenu 80, otrzymując rozcieńczenie 10^{-2} , z którego sporządzono logarytmiczny szereg dalszych rozcieńczeń od 10^{-3} do 10^{-10} . 0,1 ml z każdego rozcieńczenia posiano na 2 płytki z agarem z brzecką (Malt Agar, Difco) w celu określenia ogólnego stężenia i składu gatunkowego grzybów występujących w próbach oraz na płytce z podłożem SNA – Selective Nutrient Agar w celu określenia stężenia i składu gatunkowego toksynotwórczych grzybów z rodzaju *Fusarium*, często zanieczyszczających pszenicę. Próby posiane na agar z brzecką inkubowano przez 4 dni w temperaturze 30°C, natomiast próby posiane na podłożu SNA inkubowano przez 5 dni w temperaturze 22°C. Po inkubacji policzono wyrosłe kolonie i na tej podstawie obliczono liczbę grzybów w 1 g próby, wyrażając ją w jednostkach cfu/gram badanej próby (cfu = colony forming units = jednostki tworzące kolonie). Izolowane szczepy grzybów oznaczono na podstawie morfologii kolonii i preparatów mikroskopowych, stosując podręczniki Thoma i Rapera, Gravesen oraz Ramireza

(22–24). Po identyfikacji określono skład gatunkowy flory grzybiczej.

Oznaczenie zawartości mikotoksyn

W tych samych próbach ziarna pszenicy i pyłu określono również stężenie mikotoksyn. Zbadano zawartość następujących mikotoksyn: moniliforminy – MON, deoksyniwalenolu – DON, niwalenolu – NIV i ochratoksyny A – OTA.

Stężenie mikotoksyn w próbach określono przy użyciu metody chromatografii cienkowsarstwowej (TLC) i wysokorozdzielczej chromatografii cienkowsarstwowej (HPTLC): 10 g każdej próby poddano ekstrakcji mieszaniną acetonitryl:woda (75:25), po czym filtrat podzielono na trzy części: pierwszą część odtłuszczono i oczyszczono na kolumnie zawierającej Florisil, a następnie oznaczono metodą chromatografii cieczowej (HPLC) zawartość moniliforminy; część drugą oczyszczono na kolumnkach Ochratest Vicam i określono stężenie ochratoksyny A; trzecią część oczyszczono na kolumnkach zawierających mieszaninę węgla aktywnego, Celitu i obojętnego Al_2O_3 (w stosunku: 1:1:1) i oznaczono za pomocą chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem masowym (GC/MS) stężenie fuzariotoksyn grupy B: deoksyniwalenolu i niwalenolu. Analiza mikotoksyn została wykonana w Katedrze Chemii Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Analiza statystyczna

Normalność rozkładu sprawdzano testem Shapiro-Wilka. Znamienność korelacji między poszczególnymi zmiennymi określano za pomocą nieparametrycznego testu tau-Kendalla, natomiast znamienność różnic między zmiennymi określano za pomocą testu Wilcoxon. Zależności przyjmowano za znamienne przy wartości „p” mniejszej od 0,05. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu pakietu Statistica dla Windows v. 4,5 (Statsoft ©, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).

WYNIKI

Wyniki badań przedstawiono w tabeli I.

Stężenie i skład gatunkowy grzybów

Obecność grzybów pleśniowych izolowanych na agarze z brzecką (Malt Agar) stwierdzono w 60% próbek ziarna pszenicy (mediana = $5,0 \cdot 10^5$ cfu/g, zakres zmienności 0–520,0 • 10^5 cfu/g) i w 90% próbek pyłu zbożowego, gdzie stężenie ich było znamienne wyższe ($p < 0,01$), niż w ziarnie pszenicy (mediana = $615,0 \cdot 10^5$ cfu/g, zakres zmienności 0–2825,0 • 10^5 cfu/g) (tab. I). W próbkach ziarna pszenicy występowały grzyby z gatunków *Alternaria alternata*, *Geotrichum candidum*, *Aspergillus fumigatus*, *Monilia candida* i drożdżaki białe. Stanowiły one odpowiednio: 3,9%, 7,8%, 2,0%, 9,8% i 76,5% mikoflory ziarna pszenicy. W próbkach pyłu osiadłego z pszenicy obecne były grzyby z rodzaju *Penicillium* oraz z gatunków *Alternaria alternata*, *Rhodotorula rubra*, *Oidiodendron flavum*, *Monilia geophila* i *Cladosporium*

linicola: stanowiły one odpowiednio: 60,9%, 38,8%, 0,12%, 0,06%, 0,06% i 0,06% mikoflory pyłu z pszenicy.

Obecność grzybów z rodzaju *Fusarium* stwierdzono na wybiórczym podłożu SNA tylko w 10% próbek ziarna pszenicy (mediana = 0, zakres zmienności 0–25,0 • 10³ cfu/g). Podobnie jak w przypadku ogólnej liczby grzybów, również częstość występowania i stężenie *Fusarium* spp. w próbkach pyłu zbożowego było znamienne wyższe ($p < 0,01$), niż w ziarnie pszenicy (mediana = 527,5 • 10³ cfu/g, zakres zmienności 0–8565,0 • 10³ cfu/g) (tab. I). Najczęściej występował gatunek *Fusarium poae*, który wyizolowano z 80% badanych próbek pyłu zbożowego, natomiast pozostałe gatunki – *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum* i *F. culmorum* zostały wyizolowane odpowiednio z 50%, 30% i 30% próbek.

Stężenie mikotoksyn

Obecność mikotoksyn wytwarzanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (moniliforminy, deoksynivalenolu i niwalenolu) stwierdzono w 70% badanych próbek ziarna pszenicy (mediana = 0,033 µg/g, zakres zmienności 0–0,103 µg/g) i w 90% próbek pyłu zbożowego (mediana = 0,1225 µg/g, zakres zmienności 0–0,468 µg/g). Oddzielnie, moniliforminę (MON), deoksynivalenol (DON) i niwalenol (NIV) stwierdzono odpowiednio w 60%, 30% i 0% próbek ziarna pszenicy oraz w 70%, 60% i 60% próbek pyłu zbożowego. Średnie stężenia MON, DON, NIV i wszystkich wykrytych toksyn *Fusarium* (fuzariotoksyn) w dodatkach próbek ziarna wynosiły odpowiednio 0,0415 µg/g, 0,045 µg/g, 0 µg/g i 0,0549 µg/g, natomiast w dodatkach próbek pyłu zbożowego – odpowiednio 0,0781 µg/g, 0,0762 µg/g, 0,139 µg/g i 0,2042 µg/g. Łączne stężenie toksyn *Fusarium* oraz stężenie NIV było znamienne wyższe w próbkach pyłu zbożowego niż w próbkach ziarna ($p < 0,05$), natomiast różnicy takiej nie zaobserwowano w przypadku MON i DON. Częstość występowania i stężenie ochratoksyny były podobne w próbkach ziarna pszenicy i pyłu zbożowego i wynosiły odpowiednio 50% (mediana = 0,0002 µg/g, zakres zmienności 0–0,0008 µg/g) i 70% (mediana = 0,0005 µg/g, zakres zmienności 0–0,0012 µg/g) (tab. I). Średnie stężenia ochratoksyny w dodatkach próbek ziarna i pyłu zbożowego wynosiły odpowiednio 0,00054 µg/g i 0,00076 µg/g.

Rozpatrując oddzielnie korelację pomiędzy występowaniem poszczególnych gatunków *Fusarium* i mikotoksyn w próbkach ziarna pszenicy i pyłu zbożowego, nie stwierdzono znamiennej korelacji pomiędzy tymi czynnikami w przypadku próbek ziarna, natomiast w przypadku próbek pyłu stwierdzono znamienne korelację pomiędzy stężeniem moniliforminy (MON) a stężeniem *F. avenaceum* i sumarycznym stężeniem *Fusarium* ($p < 0,01$). W przypadku łącznej analizy, obejmującej całość zbadanych próbek (ziarno + pył zbożowy) stwierdzono wyraźną korelację pomiędzy stężeniem wszystkich gatunków *Fusarium* a stężeniem poszczególnych mikotoksyn. I tak, stężenie *F. culmorum*, *F. avenaceum* i sumaryczne stężenie *Fusarium* wykazało znamienne korelację ($p < 0,05$) z MON, DON, NIV i sumarycznym stężeniem toksyn *Fusarium*,

stężenie *F. sporotrichioides* – z MON, NIV i sumarycznym stężeniem toksyn *Fusarium*, natomiast stężenie *F. poae* – z NIV (tab. I). Stwierdzono również statystycznie znamienne korelację pomiędzy ogólnym stężeniem grzybów (oznaczonym na agarze z brzezką) w całości badanych próbek a stężeniem MON, DON i sumarycznym stężeniem toksyn *Fusarium* ($p < 0,05$), natomiast nie stwierdzono znamiennej zależności pomiędzy ogólnym stężeniem grzybów a stężeniem ochratoksyny w badanych próbkach.

OMÓWIENIE

Z danych z piśmiennictwa wiadomo, że choroby spowodowane szkodliwym działaniem mikotoksyn, czyli mikotoksykozy znane są od wielu lat (13–19). Historycznie najstarszą znaną formą tych chorób był ergotyzm, objawiający się masowym zatruciem ludności po spożyciu chleba zanieczyszczonego sporyszem (15,25). Opisano przypadki mikotoksykoz występujące w latach czterdziestych XX wieku na Syberii, charakteryzujące się masowym zatruciem oraz licznymi przypadkami śmiertelnymi u ludzi po spożyciu zboża, które przezimowało na polu (15–17). Przyczyną tej choroby, którą nazwano toksyczną aleukią żywnościową (ATA – Alimentary Toxic Aleukia), były metabolity grzybów z gatunków *Fusarium sporotrichioides* i *Fusarium poae*. Trichoteceny z grupy B, do której należy m.in. stwierdzony w tych badaniach deoksynivalenol występujący w żywności wywołują wymioty, biegunki oraz zmiany na skórze (25,26). Po spożyciu produktów zbożowych zanieczyszczonych moniliforminą – produkowaną najczęściej przez grzyby z gatunków *Fusarium moniliforme* i *Fusarium avenaceum*, mogą wystąpić objawy podobne do objawów zatrucia arszenikiem, w konsekwencji doprowadzające do uszkodzenia mięśnia sercowego (25,27). Spośród ochratoksyn, największe znaczenie chorobotwórcze wykazuje ochratoksyna A (28,29). Opisano ją jako czynnik etiologiczny choroby nazwanej „bałkańską endemiczną nefropatią”, występującą u ludzi z terenu Bałkanów i objawiającą się zmianami chorobowymi struktur układu moczowego – kanalików i kłębuszków nerkowych (15,16). W produktach żywnościowych pochodzących z obszaru, na którym wystąpiły objawy tej choroby stwierdzono dużą zawartość ochratoksyny A.

W świetle danych z piśmiennictwa, informujących o chorobotwórczym wpływie na organizm ludzki mikotoksyn, zanieczyszczających żywność i ziarno zbóż należy przypuszczać, że stwierdzone w tych badaniach mikotoksyny występujące w ziarnie pszenicy i pyle mogą być wdychiwane podczas omlotów i stwarzać potencjalne ryzyko zdrowotne dla rolników uprawiających zboża. W przypadku występowania w pyle zbożowym kilku mikotoksyn, ich działanie może się kumulować i wywoływać objawy chorobowe w postaci „ostrych epizodów płucnych” oraz innych objawów chorobowych, takich jak: pieczenie oczu, duszność w klatce piersiowej, gorączka, suchy kaszel i złe samopoczucie (19,27).

Potencjalne zagrożenie zdrowotne dla rolników wykonujących omloty zbóż stanowią również występujące w ziarnie

i pyle zbożowym liczne gatunki grzybów pleśniowych, znane jako czynniki etiologiczne alergicznych i immunotoksycznych chorób układu oddechowego (1–12).

Do tej pory brak jest ogólnie akceptowanych międzynarodowych norm, które określałyby dopuszczalne stężenie poszczególnych mikotoksyn w ziarnie zbóż i innych produktach spożywczych. Propozycje takich norm w odniesieniu do DON zawierają się w przedziale 0,5–2,0 µg/g (28). Stężenia DON stwierdzone w obecnej pracy były niższe od proponowanych wartości.

Porażenie zboża przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i obecność mikotoksyn wytwarzanych przez te grzyby (fuzariotoksyn) w ziarnie, a zwłaszcza deoksyniwalenolu (DON) i niwalenolu (NIV), stwierdzano w wielu krajach Europy, Azji i Ameryki (14–16,25,27). W różnych krajach świata stwierdzano obecność DON i NIV odpowiednio w 60–100% i 4–96% badanych próbek ziarna pszenicy, natomiast stężenie tych mikotoksyn w dodatknych próbkach zawierało się odpowiednio w przedziałach 0,031–1,257 µg/g i 0,023–0,566 µg/g (30). Ochrotoksyna była wykrywana w 1,0–57,6% próbek pszenicy, a jej stężenie w dodatknych próbkach zawierało się w przedziale 0,005–27,7 µg/g (31).

Stwierdzone w obecnej pracy częstości występowania i stężenia fuzariotoksyn w próbkach ziarna pszenicy mieściły się w przypadku DON w dolnym przedziale stwierdzanych dotąd wartości, natomiast w przypadku NIV, którego obecności nie wykryto w badanym ziarnie, znajdowały się poniżej tego przedziału. Częstość stwierdzania ochrotoksyny w próbkach badanych w obecnej pracy znajdowała się w górnym przedziale podawanych dotąd wartości, natomiast jej stężenie w badanym ziarnie było znacznie niższe od dolnego zakresu tych wartości.

Jak dotąd, stężenie fuzariotoksyn i ochrotoksyny w pyle zbożowym i innych pyłach organicznych było przedmiotem tylko nielicznych badań (32,33), pomimo że niektórzy badacze przypisują mikotoksynom istotne znaczenie w etiopatogenezie zawodowych chorób płuc u rolników, wywoływanych przez wdychanie pyłów organicznych (14–16,18,19,25,27). Stwierdzone w obecnej pracy stężenie DON w próbkach pyłu zbożowego było wyższe w porównaniu z analogicznymi wartościami stwierdzonymi przez Ehrlicha i Lee w Stanach Zjednoczonych (34).

W miarę postępu technologicznego w rolnictwie, polegającego na zastosowaniu podczas omlotów zbóż nowoczesnych kombajnów zmniejsza się narażenie pracowników rolnictwa na chorobotwórcze bioaerozole, do których m.in. należą grzyby pleśniowe i mikotoksyny. Jednak narażenie na te czynniki nie zostało wyeliminowane i stanowią one wciąż czynnik zagrożenia zawodowego dla polskich rolników uprawiających zboże. Chociaż wciąż nieznanne są wszystkie aspekty oddziaływania mikotoksyn na człowieka drogą wziewną, to jednak istnieją podstawy do przypuszczeń, że długotrwałe wdychanie nawet małych dawek mikotoksyn może być przyczyną nie tylko ostrych zatruc (mikotoksykoz), ale może się wiązać również z ryzykiem chorób nowotwo-

rowych (14–16,18,19,25–27). W związku z tym, wskazane są odpowiednie przedsięwzięcia o charakterze profilaktycznym, z których pierwszoplanowe znaczenie ma zwalczanie grzybów z rodzaju *Fusarium*, pasożytujących na zbożu. Wiąże się to nie tylko z korzyściami ekonomicznymi, ale również zdrowotnymi, gdyż w ten sposób eliminuje się źródło potencjalnie chorobotwórczych mikotoksyn.

WNIOSKI

1. W próbach ziarna i pyłu zbożowego pobranych podczas omlotów kombajnowych pszenicy stwierdzono dużą zawartość grzybów pleśniowych, odpowiednio w granicach 5,0–520,0 cfu/g • 10³ i 275,0–2825,0 cfu/g • 10³.
2. W zbadanych próbkach ziarna i pyłu zbożowego licznie występowały grzyby z rodzaju *Fusarium*, wytwarzające mikotoksyny z grupy trichotecenów.
3. W próbach ziarna i pyłu zbożowego stwierdzono występowanie następujących mikotoksyn: moniliforminy, deoksyniwalenolu, niwalenolu i ochrotoksyny A. Stężenie moniliforminy, deoksyniwalenolu i niwalenolu wykazało znamienne korelację ze stężeniem grzybów z rodzaju *Fusarium*.
4. Stężenie grzybów pleśniowych i mikotoksyn było znacznie większe w próbach pyłu zbożowego niż w próbach ziarna pszenicy.
5. Wyniki obecnej pracy wskazują na to, że występujące na ziarnie zbóż i w pyle zbożowym grzyby pleśniowe i mikotoksyny stanowią istotny czynnik zagrożenia zawodowego dla rolników.
6. W działaniach profilaktycznych zmierzających do zmniejszenia narażenia rolników na toksynotwórcze grzyby pleśniowe należy uwzględnić zwalczanie grzybów z rodzaju *Fusarium*, pasożytujących na zbożu i innych surowcach roślinnych.

PIŚMIENNICTWO

1. Krysińska-Traczyk E.: Ocena znaczenia gatunku *Aspergillus candidus* jako czynnika narażenia zawodowego w rolnictwie na podstawie badań aerobiologicznych i immunologicznych. Med. Wiej. 1992; 27 (2), 131–141.
2. Krysińska-Traczyk E.: Skażenie księgozbiórów archiwum grzybami pleśniowymi oraz ocena ich potencjalnej patogenności. Med. Pr. 1994, 45 (6), 495–500.
3. Krysińska-Traczyk E.: Grzyby pleśniowe jako czynnik etiologiczny chorób zawodowych występujących w rolniczym i leśnym środowisku pracy. Med. Wiej. 1994; 29 (1): 108–114.
4. Krysińska-Traczyk E., Dutkiewicz J.: Occupational exposure to *Aspergillus niger* in a citric acid factory. Ann. Agric. Environ. Med. 1996; 3 (1): 43–48.
5. Krysińska-Traczyk E.: Grzyby jako przyczyna chorób układu oddechowego u rolników. IV International Symposium on Ergonomic and Occupational Hygiene, 27–29 października 1997, Lublin. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1997, ss. 25–27.
6. Krysińska-Traczyk E., Dutkiewicz J., Skórska C., Prażmo Z., Cisak E., Sitkowska J. i wsp.: Narażenie zawodowe rolników indywidualnych na bioaerozole występujące w pyłach z ziela tymianku. Med. Og. 1999; 5

- (2): 186–193.
7. Krysińska-Traczyk E., Skórska C., Prażmo Z., Sitkowska J., Dutkiewicz J., Cholewa G.: Bioaerozole jako potencjalne czynniki zagrożenia zdrowotnego rolników indywidualnych pracujących przy omlotach zbóż. *Med. Og.* 1999; 5 (3–4): 301–306.
 8. Krysińska-Traczyk E.: Mikoflora rolniczego środowiska pracy czynnikiem narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2000; 51 (4): 351–355.
 9. Krysińska-Traczyk E., Dutkiewicz J.: *Aspergillus candidus*: a respiratory hazard associated with grain dust. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2000; 7 (2): 101–109.
 10. Mackiewicz B., Skórska C., Dutkiewicz J., Michnar M., Milanowski J., Prażmo Z. i wsp.: Allergic alveolitis due to herb dust exposure. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1999; 6 (2): 167–170.
 11. Dutkiewicz J., Spychalski L., Klecha I., Smerdel-Skórska C., Krysińska-Traczyk E., Kobus W. i wsp.: Przypadki zbiorowych zachorowań młodzieży na skutek pracy ze zbożem. I. Badania środowiskowe i mikrobiologiczne. *Med. Wiej.* 1981; 16 (2): 121–131.
 12. Spychalski L., Dutkiewicz J., Umiński J., Smerdel-Skórska C., Chmielewska-Badora J., Dutkiewicz E. i wsp.: Przypadki zbiorowych zachorowań młodzieży na skutek pracy ze zbożem. II. Badania kliniczne i immunologiczne. *Med. Wiej.* 1981; 16 (3–4): 205–216.
 13. Emanuel D. A., Wenzel B.S., Lawton B. R.: Pulmonary mycotoxicosis. *Chest.* 1975; 67 (3): 293–297.
 14. Jesenska Z.: Aktualne problemy mikroskopických hub a mykotoxinov v pracovnom prostredí. *Prac. Lek.* 1985; 37: 133–138.
 15. Kryteria Zdrowotne Środowiska 11: Mikotoksyny. Raport Ekspertów Światowej Organizacji Zdrowia. PZWL, Warszawa 1984.
 16. Chełkowski J.: Mikotoksyny, wytwarzające je grzyby i mikotoksykozy. SGGWAR, Warszawa 1985.
 17. Perkowski J.: Badania zawartości toksyn fuzaryjnych w ziarnie zbóż [rozprawa habilitacyjna]. *Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej, Poznań* 1999.
 18. Evaluation of certain mycotoxins in food. Fifty-six Report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Geneva 2002.
 19. Hintikka E.L., Nikulin M.: Airborne mycotoxins in agricultural and indoor environments. *Indoor Air* 1998; 4: 66–70.
 20. Kiecana I.: Badania nad fuzariozą kłosów jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare L.*) z uwzględnieniem podatności odmian i zawartości mikotoksyn w ziarnie [rozprawa habilitacyjna]. *Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej, Lublin* 1994.
 21. Dutkiewicz J., Jabłoński L.: Biologiczne szkodliwości zawodowe. PZWL, Warszawa 1989.
 22. Thom C., Raper K.B.: A Manual of the Aspergilli. Williams and Wilkins, Baltimore 1945.
 23. Gravesen S., Frisvad J. C., Samson R.A.: Microfungi. Munksgaard, Copenhagen 1994.
 24. Ramirez C.: Manual and Atlas of the Penicillia. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam-New York-Oxford, 1982.
 25. Smith J.E., Lewis C.W., Anderson J.G., Solomon G.W.: Mycotoxins in human nutrition and health. Studies Eur. Commission Directorate Gen. 1994; 12: 104–123.
 26. Lacey J. [red.]: Trichothecenes and other mycotoxins. J. Willey & Sons, Chichester-New York 1985.
 27. Perry L.P., Iwata M., Tazelaar H.D., Colby T.V., Yousem S.A.: Pulmonary mycotoxicosis: a clinicopathologic study of three cases. *Med. Pathol.* 1998; 2: 432–436.
 28. Perkowski J.: Tworzenie mikotoksyn w zbożach przez grzyby rodzaju *Fusarium*. *Post. Nauk Roln.* 1993; 2: 68–79.
 29. Goliński P., Hult K., Grabarkiewicz-Szczęsna J., Chełkowski J., Szebotko K.: Spontaneous occurrence of ochratoxin A residues in porcine kidney and serum samples in Poland. *Appl. Environ. Microb.* 1985; 49 (4): 1014–1015.
 30. Tanaka T., Hasegawa A., Matsuki Y., Lee U. S., Ueno Y.: A limited survey of *Fusarium* mycotoxins nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone in 1984 UK harvested wheat and barley. *Food Addit. Contam.* 1986; 3: 247–252.
 31. Birzele B., Prange A., Kramer J.: Deoxynivalenol and ochratoxin A in German wheat and changes of level in relation to storage parameters. *Food Addit. Contam.* 2000; 17: 1027–1035.
 32. Krysińska-Traczyk E., Kiecana I., Perkowski J., Dutkiewicz J.: Levels of fungi and mycotoxins in samples of grain and grain dust collected on farms in Eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2001; 8 (2): 269–274.
 33. Krysińska-Traczyk E., Perkowski J.: Potencjalne zagrożenia zdrowotne rolniczego środowiska pracy wywołane grzybami pleśniowymi i mikotoksynami. V Krajowa Konferencja Polskiego Towarzystwa Medycyny Środowiskowej. 18–19 października 2002, Katowice.
 34. Ehrlich K.C., Lee L. S.: Mycotoxins in grain dust: method for analysis of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, vomitoxin and secalonic acid D. *J. Assoc. Anal. Chem.* 1984; 67: 963–967.