

Pyły mąki – frakcja wdychalna

Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego^{1, 2}

Flour dust – inhalable fraction

Documentation of proposed values of occupational exposure limits (OELs)

dr inż. AGATA STOBNICKA-KUPIEC

e-mail: agsto@ciop.pl

prof. dr hab. n. med. RAFAŁ L. GÓRNY

e-mail: ragor@ciop.pl

Centralny Instytut Ochrony Pracy –

Państwowy Instytut Badawczy

00-701 Warszawa

ul. Czerniakowska 16

NDS	2 mg/m ³
NDSCh	nie ustalono
NDSP	nie ustalono
DSB	nie ustalono
A	substancja o działaniu uczulającym

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów: 23.06.2016 r.

Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN: 04.11.2016 r.

Słowa kluczowe: pyły mąki, alergeny, wartość dopuszczalnego stężenia (NDS), narażenie zawodowe.

Keywords: flour dust, allergens, maximum admissible concentration (MAC), occupational exposure.

Streszczenie

Termin „pyły mąki” odnosi się do cząstek pochodzących z drobno zmielonych ziaren roślin zbożowych i nie zbożowych. Pyły mąki zawierają także

takie składniki poprawiające jakość ciasta, jak: enzymy, drożdże piekarnicze, aromaty, przyprawy, składniki chemiczne (np. konserwanty).

¹ Wartość NDS pyłów mąki – frakcji wdychalnej została w dniu 4.11.2016 r. przyjęta na 84. posiedzeniu Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy i została przedłożona ministrowi rodziny, pracy i polityki społecznej (wniosek nr 100) w celu jej wprowadzenia do rozporządzenia w załączniku nr 1 w części A wykazu najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

² Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014-2016 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Mąka jest jednym z podstawowych surowców stosowanych w przemyśle spożywczym oraz w produkcji karmy dla zwierząt. Biorąc pod uwagę charakter czynności produkcyjnych w tych gałęziach przemysłu, największe narażenie zawodowe na działanie pyłów mąki występuje najczęściej w piekarniach i młynach zbożowych. Znaczące narażenie na pyły mąki odnotowano również w wytwórniach: makaronu, pizzeriach, cukierniach, kuchniach restauracji, fabrykach słoju, wytwórniach pasz dla zwierząt oraz w rolnictwie.

Głównymi drogami narażenia na pyły mąki w warunkach pracy zawodowej jest układ oddechowy i skóra.

Głównym skutkiem powtarzanego lub przewlekłego narażenia ludzi na pyły mąki jest działanie uczulające. Na podstawie wyników badań epidemiologicznych wykazano, że następujące jednostki chorobowe: astma, zapalenie spojówek, nieżyty nosa i reakcje skórne są głównymi niekorzystnymi skutkami zdrowotnymi narażenia na pyły mąki.

W Polsce dla pyłów mąki obowiązują wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) ustalone dla pyłów organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Wartość NDS dla frakcji wdychalnej pyłów mąki wynosi 2 mg/m^3 , a dla frakcji respirabilnej – 1 mg/m^3 . Dla zawartości krzemionki mniejszej niż 10% wartość NDS dla frakcji wdychalnej wynosi 4 mg/m^3 , natomiast dla frakcji respirabilnej – 2 mg/m^3 .

Za podjęciem prac nad opracowaniem dokumentacji NDS dla pyłów mąki zadecydowało brak w istniejącej dokumentacji odniesienia do pyłów mąki, dla których skutkiem krytycznym jest działanie uczulające. W dokumentacji wartości dopuszczalne NDS dotyczą głównie skutków narażenia rolników na pyły organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego.

Podstawowym mechanizmem działania pyłów mąki na organizm jest reakcja nadwrażliwości z pobudzeniem przeciwciał typu E (IgE), rozwijająca się w krótkim czasie po narażeniu na antygen.

W Polsce nie ustalono wartości normatywnych higienicznych dla pyłów mąki.

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji dotyczących doświadczeń na zwierzętach i badań w warunkach *in vitro* z udziałem pyłów mąki.

Na podstawie wyników badań epidemiologicznych stwierdzono, że ryzyko wystąpienia objawów w postaci nieżyty nosa i kataru zaczyna wzrastać, gdy stężenie pyłu mąki wynosi 1 mg/m^3 , a ryzyko wystąpienia astmy wzrasta, gdy stężenie wynosi powyżej 3 mg/m^3 .

W SCOEL przyjęto, że narażenie na frakcję wdychalną pyłów mąki $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ chroni większość narażonych pracowników przed wystąpieniem zapalenia błony śluzowej nosa, a przewidywane objawy narażenia powinny być łagodne. Pyły mąki o stężeniach $< 1 \text{ mg/m}^3$ w dalszym ciągu mogą powodować wystąpienie objawów narażenia u pracowników już uczulonych. Z wyników przeprowadzonych badań wynika, że pełna ochrona przed uczuleniem na alergeny obecne w pyłach mąki w powietrzu (przy narażeniu na małe stężenia) jest trudna do osiągnięcia. Jednocześnie zalecana przez ACGIH wartość TLV dla frakcji wdychalnej pyłów mąki wynosi $0,5 \text{ mg/m}^3$ (8 h TWA). Na podstawie analizy dostępnych danych „dawka-odpowiedź” stwierdzono, że objawy narażenia na pyły mąki ze strony dolnych dróg oddechowych, występowanie astmy, jak również ryzyko uczulenia są rzadkie w zakresie stężeń frakcji wdychalnej pyłu $0,5 \div 1 \text{ mg/m}^3$.

Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN na 84. posiedzeniu w dniu 4.11.2016 r. przyjęła wartość NDS dla frakcji wdychalnej pyłów mąki na poziomie 2 mg/m^3 (na poziomie obecnie obowiązującej wartości NDS dla frakcji wdychalnej pyłów zawierających $> 10\%$ krzemionki krystalicznej) bez ustalenia wartości chwilowej (NDSCh) oraz wartości dopuszczalnej w materiale biologicznym (DSB), a także oznakowanie literą „A” – substancja o działaniu uczulającym.

Summary

The term "flour dust" refers to particles derived from finely milled ground cereal grains and non-cereal grains. Flour dust usually contains components which play an important role in dough improvement, such as enzymes, baker's yeast, flavors, spices and chemical ingredients such as preservatives. Flour is one of the basic raw materials used in the food industry and in animal feed production. Taking into account the nature of the production activities in mentioned industries, the highest oc-

cupational exposure to flour dust is usually observed in bakeries and grain mills. A significant exposure to flour dust occurs also in pasta factories, pizza and pastry bakeries, restaurant kitchens, malt factories, animal feed factories and in agriculture.

The main route of exposure to flour dust in occupational conditions is respiratory and skin.

The main effect of repeated or long-lasting human exposure to flour dust is irritation and allergy.

Epidemiological reports have shown that asthma, conjunctivitis, rhinitis and skin reactions are the main adverse health effects of flour dust exposure. In Poland, the maximum admissible value (MAC, NDS) for flour dust is the same as for organic dust (plant and animal origin). The MAC values are: for inhalable fraction 2 mg/m³ and for respirable fraction 1 mg/m³ when dust contains 10% or more crystalline silica and when dust contains less than 10% of crystalline silica, 4 mg/m³ for inhalable fraction and 2 mg/m³ for respirable fraction. The need to prepare documentation for flour dust resulted from the fact that existing documentation and MAC values mainly concern the effects of farmers' exposure to organic dust of plant and animal origin. It did not refer to flour dust for which the sensitization effect is critical.

The basic mechanism of action of the flour dust on the body is the reaction of hypersensitivity with stimulation of antibodies type E (IgE) developing shortly after exposure to an antigen.

The value of hygienic norms for flour dust in Poland has not been established yet.

There is no data regarding animal experiments and *in vitro* studies with flour dust. On the basis of epidemiological studies, the risk of nasal symptoms has been found to increase with dust concentrations of 1 mg/m³ and the risk of asthma at concentrations above 3 mg/m³.

The SCOEL assumes that exposure to the inhalable fraction of flour at a concentration of ≤1 mg/m³ protects most exposed workers from nasal mucositis and that the predicted symptoms, if present, are mild. However, the concentration of flour dust <1 mg/m³ may cause symptoms in already sensitized workers. The results of the study show that the full protection against allergens present in the flour dust in the air at low concentrations is difficult to achieve. At the same time, ACGIH's recommended TLV value for the inhalable flour dust fraction at 0.5 mg/m³ (8 h TWA). The "dose-response" results suggest that the symptoms of exposure to flour, especially from the lower respiratory tract, asthma, as well as the risk of sensitization, are rare in the inhalable fraction concentration in the range 0.5 - 1 mg/m³.

Considering the above, the Interdepartmental Commission for MAC and MAI at the 84th meeting (November 4, 2016) adopted the TLV value for the inhalable fraction of flour dust at the level of 2 mg/m³, that is, at the level of the current MAC value for inhalable fraction of dust containing >10% of the crystalline silica. No grounds for determining the short-term limit MAC (STEL) and the limit value in biological material. The standard is marked with "A" (sensitizing substance).

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE

Ogólna charakterystyka substancji

Termin „mąka” odnosi się do pyłów organicznych, które zawierają takie zmielone ziarna zbóż, jak: pszenicę (*triticum* sp.), żyto (*secale cereale*), sorgo (*panicum miliaceum*), jęczmień (*hordeum vulgare*), owies (*avena sativa*), ryż (*oryza sativa*) i kukurydzę (*zea mays*) lub ich kombinację (Karpinski 2003). Podczas, gdy termin „pył mąki” odnosi się do cząstek pochodzących z drobno zmielonych ziaren roślin zbożowych i nie zbożowych, określenie „pył zbożowy” dotyczy cząstek powstających podczas zbioru zbóż i ich obróbki, z wyłączeniem procesu mielenia ziarna. Pyły mąki zawierają także takie składniki poprawiające jakość ciasta, jak: enzymy (α -amylazy, celulazy, hemicelulazy, enzymy słoðu, ksylanazy, proteazy, lipazy, glukoamylaza,

oksydaza glukozy, lipoksygenazy), dodatki (drożdże piekarnicze, proszek jajeczny, mleko w proszku, cukry), aromaty, przyprawy, składniki chemiczne (konserwanty, przeciwutleniacze, środki wybielające). Mogą one również zawierać takie zanieczyszczenia pojawiające się w procesie przechowywania, jak drobnoustroje lub roztocze (tab. 1.). Natomiast pył zbożowy może zawierać: suche cząstki roślin, grzyby (głównie z rodzaju *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Alternaria*) oraz ich mykotoksyny, bakterie i ich fragmenty (w tym endotoksyny) oraz substancje przez nie wydzielane (enzymy proteolityczne), roztocze, owady, odchody gryzoni, piasek i substancje chemiczne, w tym pozostałości pestycydów. Z uwagi na to, że pył zbożowy wywołuje odmienne skutki zdrowotne niż pyły mąki, nie będzie on uwzględniony w niniejszym opracowaniu.

Tabela 1.
Składniki pyłów mąki (Tiikkainen i in. 1996)

Komponenty pyłów mąki	Składniki
Mąka zbożowa	glikoproteiny mąki, skrobia
Roztocze	<i>Dermatophagoides</i> , <i>Lepidoglyphus</i> , <i>Tyrophagus</i> , <i>Glycyphagus</i> , <i>Acarus</i> , <i>Blomia</i>
Grzyby	<i>Penicillium</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp., <i>Alternaria</i> spp.
Insekty	wołek zbożowy, trojszyk ulec
Enzymy	enzymy słodowe: α -amylaza, proteaza, celulaza, hemicelulaza, ksylanaza, glukoamylaza, oksydaza glukozowa
Związki chemiczne	konserwanty (np. kwas sorbowy – 2mg/kg mąki, kwas cytrynowy), środki wybielające (np. nadtlenek benzoilu, bromek potasu), antyoksydanty (np. kwas askorbinowy), emulgatory, witaminy
Inne dodatki	drożdże piekarskie, mąka sojowa, lecytyna sojowa, jaja w proszku, cukry
Aromaty i przyprawy	anyż, cynamon, kardamon, goździki, imbir, liść laurowy, cytryna, gałka muszkatołowa, mięta pieprzowa, wanilia

Biologiczne i fizyczne właściwości pyłów mąki

Biorąc pod uwagę aktywność biologiczną, zboża należące do rodziny *Poaceae* odgrywają w pyłach mąki główną rolę. Cząstki pochodzące z: pszenicy, jęczmienia, żyta i owsa, charakteryzują się dużym potencjałem alergizującym, natomiast pyły mąki pochodzące z kukurydzy wykazują znacznie mniejszą reaktywność (Park i in. 1998). Składniki o dużej aktywności alergizującej w pyłach mąki pochodzą również z takich roślin niezbożowych, jak: soja (*glycine hispida*), gryka (*fagopyrum esculentum*) i groch (*pisum sativum*).

Głównym ziarnem zbożowym stosowanym w przemyśle piekarniczym jest pszenica. Ziarno pszenicy składa się z: bielma (80 ÷ 85%), łuski i zarodka. Podczas procesu mielenia, bielmo oddziela się od łuski i zarodka, i ulega rozdrobnieniu do małych cząstek o średnicy $\leq 6 \mu\text{m}$ (Sandiford i in. 1994a). Mąka pszenna zawiera skrobię (60 ÷ 70%) oraz cztery grupy białek (30 ÷ 40%): gluteliny (gluteniny), rozpuszczalne w wodzie albuminy, prolamin (gliadyny) i globuliny. Gluteniny i gliadyny tworzą kompleks – zwany glutenem. Choć albuminy i globuliny odznaczają się najsilniejszym działaniem uczulającym spośród białek pszenicy, to potencjał alergizujący: globu-

lin, prolamin (gliadyny) i glutelin, powinien również być uwzględniony w ocenie ryzyka zawodowego osób narażonych na pyły mąki (Baldo, Wrigley 1978).

Pyły mąki charakteryzują się właściwościami wybuchowymi. Czynnikiem inicjującym to zjawisko jest kontakt mieszaniny pyłu i powietrza ze źródłem ciepła. Za dolną granicę wybuchowości przyjmuje się ilość pyłu unoszącego się w powietrzu o stężeniu 20 g/m^3 (Prusiel, Łapko 2011).

Charakterystyka alergenów zawartych w mące

Mąka pszenna zawiera co najmniej 40 alergenów, które mogą powodować niekorzystne skutki zdrowotne u narażonych pracowników (Sander i in. 2001). Białka o potencjalnym działaniu alergizującym stanowią około 10 ÷ 15% suchej masy ziarna. Alergeny białkowe ziaren pszenicy mają masę około 12 ÷ 17 kDa, lecz masa głównego ich typu (należącego do α -amylazy/inhibitora trypsyny) waha się między 12 ÷ 15 kDa (Sandiford i in. 1990; Weiss i in. 1997). Głównymi czynnikami warunkującymi astmę u piekarzy i innych pracowników narażonych inhalacyjnie na pyły mąki są: grzybowa α -amylaza (*fungus alpha-amylase*, FAA, naturalnie obecna w mące w ilości 0,1 ÷ 1 mg/g mąki, pocho-

dzi z ziaren pszenicy lub jest wytwarzana przemysłowo przez szczepy *Aspergillus oryzae* lub *Aspergillus niger*, zwykle dodawana w celu poprawienia charakterystyki ciasta), tioredoksyna, roślinne białka transportujące tłuszcze, inhibitory proteinazy serynowej, białka podobne do taumaty, koenzym A (CoA), oksydaza, aldolaza proteino-bifosforanowa, glikoproteina o aktywności peroksydazy, izomera triozofosforanowa i prolamininy (Blanco Carmona i in. 1991; Burdorf i in. 1994; Salcedo i in. 2011; Sander i in. 2001; Vanhannen i in. 1996). Alergizujące działanie oczyszczonych enzymów zostało dowiedzione zarówno w badaniach w warunkach in vitro, jak i in vivo, przy czym, jak wykazano, nie było ono zależne od gatunku zboża (Franken i in. 1994).

Alergeny z różnych zbóż mogą wykazać podobieństwo chemiczne i funkcjonalne, które może prowadzić do alergicznych reakcji krzyżowych. Nasilenie alergizującego działania krzyżowego jest ściśle związane z taksonomiczną przynależno-

ścią danej rośliny i maleje w następującej kolejności: pszenica, pszenżyto, żyto, jęczmień, owies, ryż i kukurydza.

Występowanie, zastosowanie, narażenie

Narażenie zawodowe na pyły mąki

Mąka zbożowa jest jednym z podstawowych surowców stosowanych w przemyśle spożywczym oraz w produkcji pasz dla zwierząt. Biorąc pod uwagę charakter czynności produkcyjnych w tych gałęziach przemysłu, należy wskazać, że największe narażenie zawodowe na działanie pyłów mąki występuje w piekarniach i młynach zbożowych. Znaczące narażenie na pyły mąki odnotowano również w wytwórniach: makaronu, pizzeriach, cukierniach, kuchniach restauracji, fabrykach słoju, wytwórniach pasz dla zwierząt oraz w rolnictwie (tab. 2.).

Tabela 2.

Zawodowe narażenie na pyły mąki w wybranych przedsiębiorstwach produkcyjnych (Tiikkainen i in. 1996)

Przedsiębiorstwa produkcyjne	Wykonywane czynności zawodowe
Młyny	mielenie, pakowanie, czyszczenie, konserwacja urządzeń
Piekarnie	mieszanie, przygotowanie ciasta, przygotowanie chleba, czyszczenie
Cukiernie	odważanie, mieszanie, produkcja
Wytwórnie makaronu, pizzy	odważanie, mieszanie
Wytwórnie pasz dla zwierząt	mieszanie
Fabryki słoju	suszenie, przesiewanie, pakowanie
Rolnictwo	mielenie, karmienie zwierząt

Poziom narażenia na pyły mąki jest uwarunkowany wielkością przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz zróżnicowany w zależności od wykonywanych czynności zawodowych (tab. 3. ÷ 6.). W przemyśle piekarniczym i w procesie mielenia zbóż

stężenia pyłów mąki wynoszą od kilku do ponad 400 mg/m³ (w przypadku narażenia szczytowego, *peak exposition*), (Baattjes i in. 2007; Bachmann i Myers 1991; Bergmann i in. 1997; Fakhri 1992; Nieuwenhuijsen i in. 1995; Taytard i in. 1988).

Tabela 3.
Poziom narażenia na pył mąki w przemyśle piekarskim (SCOEL 2014)

Wykonywane czynności zawodowe	Czas pobierania próbki	Typ próbnika	Fracja pyłu	N	n	Stężenie pyłu, mg/m ³			Piśmiennictwo
						GM ± GSD	AM ± SD	Zakres	
Wszystkie czynności	3 h	–	–	31	–	–	–	0,2 ÷ 19,8	Hartman 1986
Wszystkie czynności	8 h (cała zmiana)	filtry PVC	pył całkowity	56	49	1,7	–	0,1 ÷ 8	Masalin i in. 1988
Wyrabianie ciasta, pracownicy przy piecu	8 h (cała zmiana)	Casella/ Millipore	pył całkowity	79	10 16	2,7 1,7	–	0,6 ÷ 14,1 0 ÷ 37,6	Musk i in. 1989
Ważenie, mieszanie, rozdzielanie, formowanie	8 h (cała zmiana)	7-hole Casella	frakcja wdychalna i pył całkowity	68	3 16	8,6 ± 2,3 4,7 ± 2,0	– –	3,3 ÷ 15,8 1,6 ÷ 19,1	Jeffrey 1992
Wyrabianie ciasta, wyrabianie chleba	4 ÷ 7 h	3-częściowy kasetowy	pył całkowity	20	13 7	–	4,6 ± 3,6 2,3 ± 0,9	0,9 ÷ 14,7 1,5 ÷ 3,5	Jauhiainen i in. 1993
Obsługa pieca (główny piekarz)	4 h	Millipore	pył całkowity	21	14 6	–	3,4 ± 3,7 1,1 ± 0,9	0,7 ÷ 8,7 0,5 ÷ 2,7	Bohadana i in. 1994
Mieszanie ciasta, formowanie ciasta	8 h (cała zmiana)	IOM	frakcja wdychalna	29	6 10	7,5 ± 5,4 2,5 ± 0,8	– –	– –	Lillienberg, Brisman 1994
Wyrabianie ciasta, formowanie chleba, obsługa pieca	1 ÷ 7 h	IOM	frakcja wdychalna	129	34 62 10	5,5 ± 2,1 2,7 ± 2 1,2 ± 2,4	– – –	1,2 ÷ 16,9 0,6 ÷ 14,2 0,2 ÷ 4,0	Burdorf i in. 1994
Dozowanie, mieszanie, walcowanie	8 h (cała zmiana)	7-hole	pył całkowity	352	24 32	5 ± 2,5 2,4 ± 2,5	– –	1,4 ÷ 86 0,4 ÷ 21,1	Nieuwenhuijsen i in. 1994
Wyrabianie ciasta, obsługa pieca	8 h (cała zmiana)	PAS-6	frakcja wdychalna	546	105 81	3 0,6	– –	0,4 ÷ 37,7 0,1 ÷ 5,1	Houba i in. 1998a
Wyrabianie ciasta, formowanie chleba	8 h (cała zmiana)	Millipore	pył całkowity	30	7 10	– –	8,4 3,2	3 ÷ 18,8 1,2 ÷ 5,5	Vanhanen i in. 1996
Wyrabianie ciasta, formowanie chleba	8 h (cała zmiana)	7-hole Casella	frakcja wdychalna	96	–	2,1 ± 5,1	–	0,1 ÷ 110	Burdorf i in. 1994
Mieszanie, walcowanie, obsługa pieca, pakowanie gotowego wyrobu	> 4 h	–	pył całkowity	–	11 48 9	2,1 0,6 2,3	– – –	0,5 ÷ 6,6 0,1 ÷ 1,6 0,2 ÷ 12,6	Talini 2002

cd. tab. 3.

Wykonywane czynności zawodowe	Czas pobierania próbki	Typ próbnika	Frakcja pyłu	N	n	Stężenie pyłu, mg/m ³			Piśmiennictwo
						GM ± GSD	AM ± SD	Zakres	
Wyrabianie ciasta, mieszanie, czyszczenie, inne czynności	8 h (cała zmiana)	IOM	frakcja wdychalna	208	108	3,3 ± 3,4	–	–	Elms i in. 2004
					59	4,7 ± 3,4	–	–	
					6	3,8 ± 3,5	–	–	
					35	2,2 ± 2,8	–	–	

Objaśnienia:

– brak danych.

N – liczba przebadanych pracowników.

n – liczba przebadanych stanowisk pracy.

AM ± SD – średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe.

GM ± (GSD) – średnia geometryczna i geometryczne odchylenie standardowe.

Tabela 4.

Poziom narażenia na pyły mąki w wybranych zakładach młynarskich (SCOEL 2014)

Typ próbek	Czas próbkowania	Frakcja pyłu	N	n	Miejsce pracy/ Wykonywane czynności	Stężenie pyłu, mg/m ³			Piśmiennictwo
						GM± GSD	AM ±SD	Zakres	
Horyzontalny 2-stopniowy Hexlett	4 ÷ 8 h	pył całkowity	–	–	pomieszczenie przesiewania,	–	3,6 ± 1,6	–	<i>Awad el Karim</i> i in. 1986
					pomieszczenie przechowywania worków z mąką,	–	3,5 ± 1,6	–	
					czyszczenie pszenicy,	–	2,7 ± 1,3	–	
					pomieszczenie mielenia mąki,	–	2,2 ± 1	–	
					strefa pakowania,	–	1,6 ± 0,8	–	
					strefa przechowywania pszenicy	–	1,4 ± 0,1	–	
Kasetowy (37 mm)	8 h	–	50	–	–	17,6	0,8 ÷ 96	<i>Bachmann, Myers</i> 1991	
Bendix sampler	–	frakcja respirabilna	7	237	mielenie, przesiewanie, pakowanie	–	–	20 ÷ 160	<i>Fakhri</i> 1992
–	> 4 h	pył całkowity	–	11	rozładowywanie,	1,1	–	0,1 ÷ 6,9	<i>Talini</i> i in. 2002
			6	mycie ziarna,	1	–	0,3 ÷ 5,8		
			6	mielenie mąki,	0,2	–	0,3 ÷ 0,4		
			15	pakowanie	2,2	–	0,1 ÷ 8,7		

Objaśnienia:

– brak danych.

N – liczba przebadanych pracowników.

n – liczba przebadanych stanowisk pracy.

AM ±SD – średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe.

GM ±(GSD) – średnia geometryczna i geometryczne odchylenie standardowe.

Tabela 5.
Wyniki pomiarów narażenia na pyły mąki i alergeny pszenicy na wybranych stanowiskach pracy (Houba i in. 1996)

Stanowisko pracy/ Wykonywane czynności	Narażenie na pyły mąki, dozymetria indywidualna, mg/m ³			Narażenie na alergeny pszenicy, dozymetria indywidualna, µg/m ³			Zawartość alergenu w pył ^f , µg/mg
	<i>n</i>	GM	zakres	<i>n</i>	GM	zakres	
Wszystkie stanowiska pracy	546	1	0,1 ÷ 37,7	449	0,7	0,03 ÷ 252	1,5
Duże piekarnie							
Wyrabianie ciasta	105	3 ^a	0,4 ÷ 37,7	76	5,3 ^a	0,03 ÷ 252	2,9 ^a
Osoba pracująca na różnych stanowiskach pracy	66	0,9 ^b	0,1 ÷ 26,8	54	0,9 ^c	0,03 ÷ 68	1,6 ^c
Pracownicy pracujący przy piecu	81	0,6	0,1 ÷ 5,1	71	0,3	0,03 ÷ 28	1,2
Krojenie i pakowanie	132	0,4 ^a	0,1 ÷ 2,8	109	0,8 ^a	0,03 ÷ 8	0,4 ^a
Zarządzanie produkcją	20	0,6	0,1 ÷ 4,9	17	0,5	0,03 ÷ 74,6	2,1 ^d
Konserwacja i czyszczenie	27	0,7	0,3 ÷ 5,5	20	0,2	0,03 ÷ 2,5	0,6
Małe piekarnie							
Wypiekanie chleba	36	3,3 ^a	1,2 ÷ 8,8	31	6 ^a	1,3 ÷ 53,3	2,0 ^e
Mieszanie składników	57	2 ^a	0,3 ÷ 14,2	55	2,7 ^a	0,3 ÷ 44,2	1,6
Cukiernik	22	0,7 ^a	0,1 ÷ 3,7	16	0,6 ^a	0,03 ÷ 3,8	1,6

Objaśnienia:

n – liczba pomiarów.

GM – średnia geometryczna.

^a – statystycznie istotna różnica w stosunku do pozostałych stanowisk pracy w małych i dużych piekarniach ($p < 0,05$).

^b – statystycznie istotna różnica w porównaniu do pracowników przy piecu ($p < 0,05$).

^c – statystycznie istotna różnica w porównaniu do pracowników przy piecu i pracowników czyszczenia i konserwacji ($p < 0,05$).

^d – statystycznie istotna różnica w porównaniu do pracowników czyszczenia i konserwacji ($p < 0,05$).

^e – statystycznie istotna różnica w porównaniu do cukiernika ($p < 0,05$).

^f – pył całkowity.

Tabela 6.
Charakterystyka frakcji wdychalnej pyłu mąki oraz wyniki pomiarów alergenów pszenicy (de Pater i in. 2002)

Sektor przemysłu (liczba pomiarów)	Frakcja wdychalna, mg/m ³			Narażenie na alergeny, µg/m ³			Udział alergenu w pył ^a , µg/mg
	<i>n</i>	GM	zakres	<i>n</i>	GM	zakres	
Tradycyjne piekarnie (<i>n</i> = 55)	162	1,5	0,2 ÷ 318	134	5,5	0,1 ÷ 5365	5,7
Duże piekarnie (<i>n</i> = 16)	186	1	0,1 ÷ 292	175	2,2	0 ÷ 7571	2,1
Młyny zbożowe (<i>n</i> = 6)	156	3,2	0,1 ÷ 1837	140	11,7	0 ÷ 3874	5,7
Zakłady przemysłowe wykorzystujące mąkę (<i>n</i> = 7)	128	2	0 ÷ 627	114	4	0,1 ÷ 1517	2,6

Objaśnienia:

n – liczba pomiarów.

GM – średnia geometryczna.

^a – pył całkowity – frakcja wdychalna; współczynnik regresji: $p = 0,06$ ($R^2 = 99,6\%$), $p = 0,04$ ($R^2 = 98,9\%$), $p = 0,05$ ($R^2 = 59,5\%$), $p = 0,12$ ($R^2 = 8,7\%$) dla: małych i dużych piekarni, młynów zbożowych i zakładów przemysłowych wykorzystujących mąkę; dla wszystkich przypadków razem: $p < 0,001$.

Na podstawie wyników badań wykazano, że średnie stężenie pyłu całkowitego w środowisku pracy młynarzy (w Afryce Południowej) wahało się od $1,3 \div 3,5 \text{ mg/m}^3$ dla pracowników: sprzątających, zamiatających i przenoszących worki z ziarnem i mąką, do $17,6 \text{ mg/m}^3$ – dla pracowników pakujących mąkę (Bachmann, Myers 1991). Podobne średnie poziomy stężenie uzyskano w innych badaniach, według których wśród pracowników młynów w Iranie odnotowano stężenia pyłów mąki sięgające: 11,1; 12,6; 16; 11,4 oraz $9,5 \text{ mg/m}^3$ odpowiednio dla młynarzy, pakowaczy oraz osób zamiatających, przesiewających mąkę i operatorów urządzeń myjących (Kakooei i Marioryad 2005). Awad el Karim i in. (1986) odnotowali następujące średnie stężenia pyłu całkowitego: 1,4; 1,6; 2,2; 2,7; 3,5 oraz $3,6 \text{ mg/m}^3$ odpowiednio w: magazynie pszenicy, strefie pakowania, strefie mielenia, strefie czyszczenia ziarna, strefie ładowania do worków i przesiewania. Zgodnie z wynikami badań największe stężenia pyłu całkowitego: 0,4; 5,8; 6,9 oraz $8,7 \text{ mg/m}^3$ odnotowano odpowiednio w strefie: mielenia ziarna, czyszczenia ziarna, pakowania oraz obszarze rozładunku (Talini i in. 2002). Niemniej jednak maksymalne stężenie frakcji respirabilnej pyłów mąki w niektórych miejscach pracy w młynach zbożowych wynosiło nawet 160 mg/m^3 (Fakhri 1992).

Stwierdzono, że zarówno w małych, jak i w dużych piekarniach, największe poziomy narażenia występowały podczas mieszania składników ciasta i w kolejnych etapach pieczenia, a dodatkowo w większych piekarniach, także podczas odbierania i otwierania pojemników z mąką (Patouchas i in. 2009). Elms i in. (2004), badający warunki pracy w piekarniach w Wielkiej Brytanii, zaobserwowali różnice w narażeniu na stężenia frakcji wdychalnej pyłów mąki w zależności od wielkości zakładu produkcyjnego. Największe poziomy zapylenia obserwowano w dużych piekarniach (mediana stężenia pyłu wynosiła $7,6 \text{ mg/m}^3$), mniejsze w średnich ($5,2 \text{ mg/m}^3$), a najmniejsze w małych zakładach ($2,2 \div 3 \text{ mg/m}^3$). Podobnie prezentowało się narażenie na α -amylazę, dla której narażenie w dużych, uprzemysłowionych piekarniach było większe niż w małych tradycyjnych zakładach (Houba i in. 1997). Największe narażenie pracowników występowało podczas dozowania składników, ich mieszania oraz w trakcie procesu formowania ciasta. Stężenie pyłu całkowitego oraz frakcji wdychalnej w trakcie tych czynności kształtowało się zwykle na

poziomach, odpowiednio $0,4 \div 86 \text{ mg/m}^3$ oraz $0,4 \div 37,7 \text{ mg/m}^3$ (Baatijes i in. 2007; Burdorf i in. 1994; Elms i in. 2003; Houba i in. 1997, 1998b; Jauhainen i in. 1993; Jeffrey 1992; Jeffrey i in. 1999; Lillienberg i Brisman 1994; Massin i in. 1995; Musk i in. 1989; Nieuwenhuijsen i in. 1994; Vanhanen i in. 1996). W trakcie wykonywania czynności zawodowych przez pracowników obsługujących piecze występowało narażenie na duże stężenia pyłu zarówno frakcji wdychalnej ($0,1 \div 8,7 \text{ mg/m}^3$), jak i pyłu całkowitego ($0,1 \div 37,6 \text{ mg/m}^3$), (Bohadana i in. 1994; Burdorf i in. 1994; Elms i in. 2003; Houba i in. 1997; Lillienberg, Brisman 1994; Roberge i in. 2012; Talini i in. 2002). W fabryce makaronu największe stężenia frakcji: wdychalnej, torakalnej i respirabilnej pyłów mąki, wynoszące odpowiednio: 13, 3,1 i $0,2 \text{ mg/m}^3$ odnotowano w trakcie ręcznego wyrobienia ciasta (Buczaj i in. 2012). Biorąc pod uwagę obecność alergizujących enzymów, stężenie α -amylazy w powietrzu w piekarni chleba chrupkiego osiągało poziom $229,3 \text{ ng/m}^3$ (Houba i in. 1997), natomiast stężenie celulazy i ksylanazy w młynach i zakładach produkujących pieczywo chrupkie osiągało wartości odpowiednio 180 i 200 ng/m^3 , jednak jak podają Vanhanen i in. (1996), tak wysokie stężenia ksylanazy były związane z naturalną aktywnością ksylanazy pszenicznej (Green, Beezhold 2011).

Narażenie na duże stężenie pyłów mąki, które występuje dość często, ma zwykle charakter krótkoterminowy, a czas trwania maksymalnego stężenia (średnio $2 \div 6$ stężeń szczytowych/h) wynosi od $30 \text{ s} \div 4 \text{ min}$. Lillienberg i Brisman (1996) zbadali szczytowe narażenie pracowników wyrabiających ciasto i formujących chleb. Mieszanie składników ciasta, przesypywanie mąki oraz ręczny rozładunek były czynnościami, które charakteryzowały się największym zapyleniem. Czyszczenie pojemników w piekarniach oraz konserwacja urządzeń czyszczących w młynach wiązały się z największymi wartościami stężeń (pył całkowity) odpowiednio 390 i 458 mg/m^3 (Nieuwenhuijsen i in. 1995). Meijster i in. (2007) badali narażenie na pyły w: piekarniach przemysłowych i tradycyjnych, fabrykach produkujących specjalistyczne mieszanki (na bazie mąki lub innych składników) dla przemysłu piekarniczego i cukierniczego oraz młynach. Wszędzie zarejestrowano stężenia pyłów mąki na dużych poziomach, odpowiednio: 292 ; 318 ; 627 mg/m^3 , a nawet 1837 mg/m^3 .

Stężenie pyłów mąki w powietrzu jest również uzależnione od pory roku i jest ono większe w okresie zimowym niż w letnim. Średnie z pomiarów indywidualnych narażenia pracowników zakładów piekarskich oraz ciastkarskich na cząstki pyłu zawieszonego o wielkości 2,5 µm (PM2,5) kształtowały się zimą i latem na poziomach, odpowiednio: 0,71 i 0,35 mg/m³ oraz 0,5 i 0,29 mg/m³. Taką samą tendencję odnotowano dla narażenia

pracowników odpowiednio zimą i latem na działanie pyłu PM10 (1,1 i 0,47 mg/m³ oraz 0,63 i 0,44 mg/m³), (Mounier-Geysant i in. 2007).

W tabeli 7. przedstawiono dane dotyczące zawodowego narażenia w Polsce na pyły organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym pyły mąki w 2015 r. w wybranych działach Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD).

Tabela 7.

Liczba pracowników zatrudnionych na stanowiskach, gdzie występowało przekroczenie wartości NDS dla pyłów organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym pyłów mąki w 2015 r. (dane GUS 2016)

Pyły organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, w tym pyły mąki:	PKD (numer)	Liczba pracowników narażonych na pyły mąki w 2015 r. o stężeniu			
		> 0,1 NDS ÷ 0,5 NDS	> 0,5 NDS ÷ NDS	> NDS	> NDS włókien
– zawierające 10% i więcej krystalicznej krzemionki – frakcja wdychalna	01	49	3		
	10	124	86	13	
– zawierające 10% i więcej krystalicznej krzemionki – frakcja respirabilna	01	38			
	10	174	59		
– zawierające poniżej 10% krystalicznej krzemionki – frakcja wdychalna	01	977	601	59	
	10	13184	8342	523	2
	52	6	11	1	
	56	207	12	3	
	72	10	1		
	88	12			
– zawierające poniżej 10% krystalicznej krzemionki – frakcja respirabilna	01	941	179	43	
	10	13482	3453	196	
	52	11	7		
	56	198			
	72	10	1		
	88	12			
	96	2			

Objaśnienia symboli działów PKD:

01 – uprawy rolne, chów i hodowla zwierząt, łowiectwo, włączając działalność usługową.

10 – produkcja artykułów spożywczych.

52 – magazynowanie i działalność usługowa wspomagająca transport.

56 – działalność usługowa związana z żywieniem.

72 – badania naukowe i prace rozwojowe.

88 – pomoc społeczna bez zakwaterowania.

96 – pozostała indywidualna działalność usługowa.

Ocena narażenia – metody badań

Ilościowa ocena pyłów i alergenów mąki jest wykonywana na podstawie wyników badań próbek powietrza lub pyłu osiadłego. Jeśli ich stężenia są

ustalane na podstawie pomiarów frakcji PM2,5 oraz PM10, metoda grawimetryczna (zgodna z wymaganiami zawartymi w normie EN 12341:2014) może być stosowana jako metoda odniesienia (CEN 2014). Z uwagi na stosowanie do pobierania

próbek pyłów mąki różnych filtrów (np.: teflonowych, PVC, szklanych) i poborników (np.: IOM, ChemPass, Millipore, PAS6), porównanie wyników pomiarów jest znacznie utrudnione. Przykładowo, występuje liniowa korelacja między wynikami otrzymanymi przy użyciu próbnika IOM oraz tradycyjnego próbnika kasetowego Millipore, jednak IOM zbiera prawie dwukrotnie więcej pyłu mąki niż próbnik tradycyjny. Próbniki umożliwiające pomiary indywidualne powinny być rozważone, jako te mierzące bezpośrednie narażenie pracownika. Pomiary stacjonarne dają zazwyczaj mniejsze stężenia pyłu niż poborniki indywidualne i odzwierciedlają raczej ogólną sytuację zanieczyszczenia danego obszaru pracy niż rzeczywiste narażenie pracownika (Lillienberg, Brisman 1994).

Narażenie na duże stężenia pyłów mąki w przemyśle piekarniczym jest zjawiskiem bardzo częstym, ale jednocześnie ma ono charakter krótkoterminowy. Narażenia szczytowe są ściśle związane z wykonywaną czynnością i mogą być istotne w ocenie rozwoju uczulenia (Houba i in. 1997; Lillienberg, Brisman 1996). Z uwagi na to, że stężenia pyłów mąki mogą się znacznie różnić, ocena narażenia powinna mieć charakter indywidualny (Kakooei, Mariorad 2005). W związku z tym, pomiary indywidualne powietrza powinny się odbywać w ciągu całego okresu pracy – średnia ważona 8-godzinne go czasu pracy (*time weighed average*, 8 h TWA). W przeciwieństwie do alergenów, monitoring stężenia pyłów mąki ma pewne ograniczenia ze względu na fakt, że ich poziom może tylko częściowo korelować z rzeczywistymi stężeniami alergenów. Na podstawie wyników badań wykazano, że dla FAA korelacja między stężeniem pyłu i alergenów mąki pszennej jest w najlepszym przypadku umiarkowana lub słaba (Baatjies, Jeebhay 2002).

W przypadku monitorowania alergenów wziewnych, niezbędne są proste i niezawodne

techniki analityczne. Powszechnie stosowaną metodą jest pobieranie próbek pyłu na filtr, a następnie wymywanie alergenów oraz określenie ich stężenia w eluacie za pomocą testów immunologicznych. Istnieje kilka metod pozwalających określić zawartość alergenów w pyłach mąki. Jedną z nich jest stosowanie testów immunologicznych pozwalających zmierzyć poziom alergenów przy użyciu odpowiednich przeciwciał. Takim testem jest immunoenzymatyczny test ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent assay*), w którym alergeny są wiązane przez specyficzne przeciwciała skierowane przeciwko białkom (np. IgG4 przeciwko białkom pszenicy obecnym w surowicy pracowników piekarni), (Houba i in. 1996). Metoda opracowana przez Sandiforda i in. (1994a) polega na określeniu w powietrzu stężenia alergenów mąki pszennej (*wheat flour allergen*, WFA) z zastosowaniem poliklonalnych, króliczych przeciwciał IgG w teście radioalergosorpcji (*Radio-allergosorbent test*, RAST). Bogdanovic i in. (2006) proponują metodę testu „kanapkowego” (ELISA) z zastosowaniem oczyszczonych przeciwciał poliklonalnych IgG królika do pomiaru stężenia alergenów α -amylazy. Test ELISA zastąpił test RAST w wielu laboratoriach, ponieważ zapewnia porównywalną czułość, pozwalając równocześnie uniknąć problemów z krótkim okresem półtrwania promieniotwórczych izotopów. Przeciwciała stosowane w badaniach mogą pochodzić z surowicy uczulonych pacjentów lub eksperymentalnie uczulonych zwierząt (Gomez-Olles i in. 2006; Gordon 2001). Techniki z zastosowaniem przeciwciał poliklonalnych, rozpoznających szereg epitopów, mogą być brane pod uwagę jako metody rutynowego monitoringu, ponieważ mierzą łączne spektrum alergenów w mące pszennej. Jednak, gdy potrzebna jest dokładna ocena konkretnego alergenu (np. α -amylazy), powinny być brane pod uwagę bardziej specyficzne metody z zastosowaniem przeciwciał monoklonalnych (Wiley 1997).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI

Obserwacje kliniczne i badania epidemiologiczne

Badania przeprowadzone przez Pavlovic i in. (2001) pozwoliły stwierdzić występowanie atopii u 18% badanych piekarzy. Symptomy uczulenia na

mąkę i inne składniki pyłów mąki pojawiały się stosunkowo szybko, zwykle w pierwszym roku narażenia, natomiast późniejsze skutki zdrowotne (w postaci kaszlu i duszności) odpowiednio po około 4,3 i 17,6 latach (Barraclough i in. 2005).

Zapalenie spojówek (zaczerwienienie, podrażnienie, swędzenie oczu) i katar (częste kichanie, wyciek z nosa czy zatłoczony nos) są łagodniejszymi objawami alergii na pyły mąki. Objawy te mogą być wywołane immunologicznie (reakcja alergiczna, w której główną rolę odgrywają przeciwciała typu IgE) lub przez niespecyficzne podrażnienie. Objawy wywołane podrażnieniem są odwracalne, natomiast immunologicznie indukowana reakcja alergiczna jest trwała, nawet po ustaniu narażenia na pyły mąki. Według Page i in. (2010) zapalenie błony śluzowej nosa jest powszechne wśród piekarzy i zwykle poprzedza rozwój astmy. Wyniki badań wielu autorów potwierdziły istotną statystycznie dodatnią korelację między ryzykiem wystąpienia zapalenia błony śluzowej nosa a narażeniem na pyły mąki (Brisman 2002; Heederik, Houba 2001; Nieuwenhuijsen i in. 1995; van Tongeren i in. 2009). Ponadto, jak wykazały badania włoskich badaczy przeprowadzone wśród piekarzy i producentów wyrobów cukierniczych, działanie uczulające na skórę było związane z: atopią, paleniem papierosów i stażem pracy. Wiek i płeć nie zostały zaobserwowane jako czynniki determinujące uczulenia tego typu (de Zotti i in. 1994). Wśród pracowników piekarni były zgłaszane przez wielu badaczy różne rodzaje kontaktowego zapalenia skóry (podrażnienie, uczulenie), a zawodowe choroby skóry są nadal poważnym problemem w tym środowisku pracy (tab. 8.). Istnieje wiele czynników, które zostały zidentyfikowane jako potencjalne czynniki uczulające, w tym: mąka zbożowa, czynniki poprawiające jakość ciasta (FAA), enzymy (celulazy i ksylanazy), olej/aldehyd cynamonowy, emulgatory, drożdże piekarnicze, środki wybielające (nadtlenek benzoilu) i przeciwutlenia-

cze (galusan propylu). Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że uczulenie na FAA (wśród piekarzy i młynarzy) jest zazwyczaj bardziej powszechne niż uczulenie na pyły mąki (Brisman i in. 2004; Pigatto i in. 1987). Wśród piekarzy narażonych na FAA, 22% z nich miało natychmiastową reakcję alergiczną w postaci bąbli i zaczerwienienia skóry, a 6% opóźnioną reakcję w postaci egzemy (Morren i in. 1993). Alfa-amylaza nawet w dużych rozcieńczeniach może powodować silne reakcje alergiczne. Kontakt z mąką z pszenicy może skutkować alergiczną pokrzywką kontaktową, zarówno u osób z atopią, jak i u osób całkowicie zdrowych (Davies, Orton 2009). Obserwowana reakcja alergiczna jest reakcją typu 1., a więc natychmiastową zależną od przeciwciał. Podczas uczulenia limfocyty B produkują przeciwciała typu IgE rozpoznające uczulający antygen, które oblepiają komórki tuczne, co prowadzi do uwolnienia histaminy. Objawem klinicznym jest swędzenie oraz zaczerwienienie skóry, a także pojawiające się bąble po kontakcie z alergenem. Co ważne, żaden z pacjentów uwzględnionych we wspomnianych badaniach nie wykazywał reakcji alergicznej po spożyciu gotowych produktów spożywczych z mąki pszenicy. Wskaźniki uczulenia u piekarzy narażonych na mąkę z pszenicy przedstawiono w tabeli 8. Na podstawie wyników badań wykazano, że narażenie zawodowe na pyły mąki może skutkować także eozynofilowym zapaleniem oskrzeli (EZO). Dla tego stanu chorobowego jest charakterystyczne występowanie eozynofilii (> 2,5%) w płwocinie oraz przewlekły, suchy kaszel. Pomimo pewnych podobieństw do astmy, w EZO nie stwierdzono: świszczącego oddechu, duszności oraz nadreaktywności oskrzeli.

Tabela 8.
Wskaźniki uczulenia u piekarzy narażonych na mąkę z pszenicy (SCOEL 2014)

Test skórny (stężenie ekstraktu: kryteria dla wyniku dodatniego testu)	n	Test skórny (% wyników pozytywnych)	Test na obecność specyficznych przeciwciał IgE (% wyników pozytywnych)	Piśmiennictwo
Informacja niedostępna	985	18%	–	Herxheimer 1967
Test śródskórny (0,1% wt/v)	29	21%	28%	Thiel i in. 1987
Test skórny (1mg/ml: 3 mm)	176	15%	–	Prichard i in. 1984
Test śródskórny (szczegóły nieznane)	292	6%	–	Hartmann i in. 1985
–	91	–	9%	Baur i in. 1986

cd. tab. 8.

Test skórny (stężenie ekstraktu: kryteria dla wyniku dodatniego testu)	<i>n</i>	Test skórny (% wyników pozytywnych)	Test na obecność specyficznych przeciwciał IgE (% wyników pozytywnych)	Piśmiennictwo
Test skórny (-; 2 mm)	259	5%	–	<i>Musk</i> i in. 1989
–	205	–	24%	<i>Jeffrey</i> 1992
Test skórny (10 mg/ml: ½ wyników pozytywna)	44	11%	–	<i>Bohadana</i> i in. 1994
Test skórny (10 mg/ml; 3 mm)	344	5%	–	<i>Cullinan</i> i in. 1994
Test skórny (1 mg/ml; 3 mm)	226	12%	–	<i>de Zotti</i> i in. 1994
Test skórny (0,05% wt/v; 3 mm)	71	12%	–	<i>Zuskin</i> i in. 1994
–	393	–	10%	<i>Houba</i> 1996
Test skórny (1 mg/ml; 3 mm)	383	6%	–	<i>Smith</i> i in. 1997
Test skórny (5 mg/ml; 3 mm)	169	8%	5%	<i>Houba</i> i in. 1998b

Objaśnienia:

– nie odnotowano.

n – liczba pracowników.

Uczulenie i podrażnienie

Zwiększone ryzyko wystąpienia niekorzystnych skutków zdrowotnych związanych z narażeniem na pyły mąki obserwowano w trzech grupach pracowników:

- I grupa – pracownicy z uczuleniem na mąkę wielokrotnie narażeni na małe stężenia pyłów mąki
- II grupa – pracownicy z chorobami atopowymi oraz z tendencjami do reakcji alergicznych
- III grupa – pracownicy z wcześniej występującymi objawami astmy lub ze zwiększoną liczbą objawów ze strony układu oddechowego.

Obserwowane u pracowników objawy mogą być indukowane przez reakcje immunologiczne, w których uczestniczą przeciwciała IgE lub przez podrażnienie. Na podstawie wyników badań epidemiologicznych wykazano, że następujące jednostki chorobowe: astma, zapalenie spojówek, nieżyt nosa i reakcje skórne są głównymi niekorzystnymi skutkami zdrowotnymi narażenia na pyły mąki. Wśród

tych objawów, astma piekarzy jest najpoważniejszym i najczęściej występującym skutkiem alergii zawodowej (*Page* i in. 2010; *Skjold* i in. 2008). W Polsce wykaz chorób zawodowych spowodowanych narażeniem na pyły mąki obejmuje 6 jednostek chorobowych, wśród których najliczniej stwierdzano astmę oskrzelową i alergiczny nieżyt nosa (tab. 9.). Astmę zawodową zdiagnozowano u 44,5% piekarzy (*Wiszniewska, Walusiak-Skorupa* 2013). Natomiast we Francji astma u piekarzy stanowi około 20% wszystkich przypadków astmy zawodowej (*Ameille* i in. 2003). W Wielkiej Brytanii i Norwegii narażenie na pyły mąki jest drugą najczęściej zgłaszaną przyczyną tego typu chorób zawodowych (*Health...* 2013; *Leira* i in. 2005).

Astma zawodowa u piekarzy jest wynikiem reakcji alergicznej na alergeny wziewne. Na podstawie wyników badań wykazano, że częstość występowania uczulenia na: alergeny mąki pszenicy (WFA), α -amylazę i zanieczyszczenia mąki pochodzące od roztoczy magazynowych (*Acarus siro*, *Glycyphagus domesticus*, *Lepidoglyphus destructor*, *Tyrophagus longior*, *T. putrescentiae*) wśród pracowników piekarni wahała się odpowiednio: 5 ÷ 28%; 2 ÷ 32% i 11 ÷ 33% (*Baatjies, Jeebhay*

2002; Baur i in. 1994). Inni autorzy wskazują, że uczulenie na enzymy pochodzące od grzybów *Aspergillus* występuje z częstością: 8, 11 i 13%,

w odniesieniu odpowiednio do: glukoamylazy, ksylanazy i celulazy (Sander i in. 1998).

Tabela 9.

Wykaz chorób zawodowych spowodowanych narażeniem na pyły mąki w Polsce w latach 2011-2015 wg Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi

Nazwa jednostki chorobowej	Liczba przypadków w latach 2011-2015
Astma oskrzelowa	117
Zewnętrzne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	1
Alergiczny nieżyt nosa	107
Nowotwory – po jednym przypadku: płuca, nosa i krtani	–
Choroby skóry – wszystkie dotyczą alergicznego kontaktowego zapalenia skóry	3
Choroby narządu wzroku – wszystkie dotyczą alergicznego zapalenia spojówek	17
Razem	245

Na podstawie wyników badań wykazano, że ryzyko wystąpienia niepożądanych skutków zdrowotnych jest ściśle związane z poziomem narażenia na pyły mąki (Roberge i in. 2012). Badania przeprowadzone przez autorów wykazały, że wśród amerykańskich piekarzy z typowymi objawami astmy (kaszel, świszczący oddech i duszność) występowały znacznie większe wskaźniki śmiertelności (Demers, Orris 1994). Takie objawy odnotowano wśród pracowników narażonych na pyły mąki o stężeniach $2 \div 5 \text{ mg/m}^3$ (występowały one również przy mniejszych stężeniach).

Według DECOS (2004), dodatkowe ryzyko uczulenia na pszenicę i inne zboża w narażeniu zawodowym (wyrażone jako 8 h TWA) jest równe odpowiednio: 0,1; 1 i 10% dla stężenia frakcji wdychalnej: 0,012; 0,12 i 1,2 mg/m^3 . Szwedzkie badania przeprowadzone wśród piekarzy wykazały istotne zależności między ryzykiem wystąpienia astmy i nieżytem nosa a stężeniem pyłu (dla stężeń odpowiednio 3 i 1 mg/m^3), (Brisman 2002). Badania przeprowadzone przez Houba i in. (1998a; 1998b) wykazały, że istnieje istotna statystycznie zależność między stężeniami frakcji wdychalnej pyłów mąki i narażeniem na alergeny pszenicy, a ryzykiem wystąpienia uczulenia u pracowników

piekarni. Zwiększone ryzyko uczulenia było zauważalne o stężeniu pyłów mąki na poziomie 2 mg/m^3 . Uczulenie było nadal powszechne, gdy stężenie pyłu mąki wynosiło 1 mg/m^3 , a jego redukcję do nieznacznego poziomu uzyskano, gdy stężenia frakcji wdychalnej pyłu i alergenów wziwnych pszenicy były na poziomach, odpowiednio 0,5 i 0,2 $\mu\text{g/m}^3$. Badania przeprowadzone przez Tagiyeva i in. (2012) wykazały, że problem narażenia na alergeny mąki zbożowej dotyczy nie tylko pracowników, lecz także członków ich rodzin. W takiej sytuacji „para-zawodowego” narażenia oraz członkowie rodziny są narażeni na czynniki uczulające, które są "zabierane do domu" przez narażonych pracowników na skórze i odzieży. Duże narażenie na WFA oraz FAA (powodujące reakcje alergiczne) odnotowano, gdy piekarze: nosili, zmieniali lub czyścili odzież i obuwie robocze w miejscu zamieszkania. Wykazano również, że objawy świszczącego oddechu i astmy są bardziej rozpowszechnione wśród dzieci, których ojcowie są zawodowo narażeni na działanie pyłów mąki. Badania przeprowadzone przez Tagiyeva i in. (2012) obejmowały nie tylko ocenę narażenia w środowisku pracy, lecz także środowisko samochodów i domów osób zawodowo narażonych na pyły mąki. Ponadto wykazano, że po

przeprowadzeniu rutynowych czynności higienicznych po zakończonej pracy, WFA oraz FAA pozostawały nadal na: rękach, czole i butach pracownika. Wszystkie te alergeny obecne były również w samochodach pracowników, co dowodzi, że zanieczyszczenia pochodzące ze środowiska pracy są przenoszone do środowiska domowego i mogą być odpowiedzialne za epizody astmy wśród członków rodziny. Potencjalne działanie uczulające α -amylazy obecnej na: ubraniach, butach i innych tkaninach było potwierdzone również w innych badaniach (Vissers i in. 2001).

Inne skutki zdrowotne

Narażenie na pyły mąki może prowadzić do patologicznego ścierania szkliwa zębów. Pył przylegający do powierzchni zębów i krawędzi dziąseł tworzy specyficzną powłokę, co powoduje szybsze ścieranie się tkanek twardych zęba. Badania Bachanek i in. (1999) wykazały, że ścieranie się zębów odnotowano u około 94% pracowników młynów, a najczęściej uszkodzonymi były zęby szczęki górnej (20%) oraz siekacze żuchwy (41%).

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA

Doświadczenia na zwierzętach i badania w warunkach in vitro

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji na temat działania toksycznego.

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Działanie mutagenne i genotoksyczne

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych wskazujących na działanie mutagenne lub genotoksyczne pyłów mąki.

Działanie rakotwórcze

Pomimo badań opublikowanych na początku lat 80. XX wieku sugerujących, że pracownicy piekarni mają większe ryzyko zachorowania na nowotwory nosa lub dróg oddechowych, dowody na związek między rakiem jamy nosowej i wdychaniem pyłów mąki pozostają niejednoznaczne (Acheson i in. 1981). Według autorów jest mało prawdopodobne, że narażenie na tego rodzaju pyły jest głównym czynnikiem ryzyka raka dróg oddechowych (Laakkonen i in. 2006). Nie stwierdzono powiązania między narażeniem na pyły mąki i nowotworami krtani (Laforest 2000) lub płuc (Laakkonen i in. 2006). Badania wśród piekarzy i cukierników z 16 państw nie wykazały zwiększonego ryzyka zachorowania na raka płuc (Behrens i in. 2013). Z drugiej strony, znaleziono

dowody, że narażenie na pył zbożowy wśród młynarzy może zwiększać ryzyko zachorowania na raka krtani (Laakkonen i in. 2006). W badaniach przeprowadzonych we Francji, obejmujących 207 przypadków zachorowań i 409 przypadków stanowiących kontrolę, zaobserwowano znaczący wzrost ryzyka zachorowania na raka płaskonabłonkowego nosa wśród: piekarzy, cukierników i młynarzy (Luce i in. 1992). W badaniach szwedzkich i duńskich wśród piekarzy i cukierników, zwłaszcza tych pracujących w małych zakładach, odnotowano więcej zachorowań na nowotwory nosa oraz większą umieralność z powodu nowotworów dróg oddechowych (Walker i in. 1986; Tuchsén, Nordholm 1986). Sugerowany jest również związek narażenia zawodowego oraz występowania zachorowania na raka nosa i zatok przynosowych u pracowników narażonych na pyły mąki (Michaels, Hellquist 2001). W Polsce w latach 2011-2015 nie odnotowano zachorowań na nowotwory w wyniku narażenia zawodowego na pyły mąki (tab. 7.).

Działanie embriotoksyczne, teratogenne, wpływ na rozrodczość

teratogenne lub wpływu pyłów mąki na rozrodczość.

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji odnośnie do działania embriotoksycznego,

TOKSYKOKINETYKA

Aerodynamiczne średnice cząstek tworzących pyły mąki wahają się między $4 \div 30 \mu\text{m}$ (największe cząstki są zwykle aglomeratami utworzonymi z mniejszych cząstek), (Lillienberg, Brisman 1994; Roberge i in. 2012). Kinetyka tych cząstek w obrębie układu oddechowego człowieka jest uzależniona nie tylko od wielkości cząstek, ich kształtu i gęstości, lecz także od objętości wdychanego powietrza. Rodzaj oddziaływań między cząstkami oraz komórkami układu oddechowego jest uzależniony od miejsca ich osadzenia się i czasu przebywania w drogach oddechowych.

Według autorów (Lillienberg, Brisman 1994), pyły mąki charakteryzuje bimodalny typ rozkładu ziarnowego, a szczytowe stężenia odnotowywano dla drobnych i grubych cząstek pyłu o wielkościach, odpowiednio 5 i $15 \div 30 \mu\text{m}$. Powyżej 50% masy cząstek pyłu mąki w powietrzu ma średnicę aerodynamiczną powyżej $15 \mu\text{m}$, jednakże w zapyłonych pomieszczeniach do 20% tych cząstek ma mniejszą średnicę aerodynamiczną charakterystyczną dla frakcji respirabilnej $\leq 4 \mu\text{m}$ (Tiikkainen i in. 1996). Większość cząstek o średnicach powyżej $10 \mu\text{m}$ i 80% cząstek o wymiarach $5 \div 10 \mu\text{m}$ jest zatrzymywanych w obszarze nosogardzieli w wyniku procesów impakcji i kondensacji, co wynika z budowy anatomicznej tych części układu oddechowego (strumień powietrza ma tutaj największą prędkość). Cząstki osadzające się w górnych partiach układu oddechowego są zazwyczaj

usuwane w ciągu kilku godzin przez nabłonek migawkowy lub na skutek odkrztuszania.

Cząstki o średnicy powyżej $0,5 \mu\text{m}$ są deponowane w wyniku procesów sedymentacji i impakcji, które następują w: oskrzelach, oskrzelikach i pęcherzykach płucnych, gdzie prędkość przepływającego powietrza jest mała, a prawdopodobieństwo osadzania się jest wprost proporcjonalne do czasu przebywania cząstek w drogach oddechowych. Cząstki zdeponowane w dolnych drogach oddechowych, w których nabłonek nie jest urzęsiony, są usuwane znacznie wolniej, co trwa od kilkudziesięciu do nawet kilkuset dni (Pavia i in. 1986). Maszynowe narażenie na pyły mąki może jednak zmniejszać zdolność makrofagów do eliminowania cząstek pyłu, co może skutkować ich wnikaniem do tkanki śródmiąższowej płuc (Pavia i in. 1986; Tiikkainen i in. 1996).

Cząstki o średnicy aerodynamicznej $\geq 10 \mu\text{m}$ powodują podrażnienia oczu lub nosa. Cząstki o rozmiarach od $5 \div 10 \mu\text{m}$ mogą wywoływać reakcje astmatyczne, a te o średnicy poniżej $5 \mu\text{m}$ mogą powodować alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (Horner i in. 1995). Na podstawie wyników badań wykazano, że α -amylaza – jeden z głównych czynników uczulających pyłu mąki, jest zwykle obecna w cząstkach o średnicy aerodynamicznej powyżej $9 \mu\text{m}$ (Houba i in. 1997).

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Podstawowym mechanizmem działania pyłów mąki na organizm jest reakcja nadwrażliwości z pobudzeniem przeciwciał typu E (IgE) rozwijająca się w krótkim czasie po narażeniu na antygen, która może być potwierdzona dodatkimi

testami skórnymi lub testem radioimmunologicznym (Baur i in. 1998). Sander i in. (2001) zbadali zmienność przeciwciał IgE wśród piekarzy uczulonych na mąkę pszenną, identyfikując najczęściej rozpoznawane immunoglobuliny przeciwko

WFA przy użyciu techniki immunoblottingu. Wyniki tych badań wykazały występowanie dużej zmienności osobniczej wiązania IgE do białek mąki pszennej. Sutton i in. (1984), analizując surowice najbardziej uczulonych piekarzy odkryli, że przeciwciała IgE reagują z kilkoma alergenami mąki, jednak indywidualne profile reakcji wykazywały dużą zmienność. Czynniki genetyczne odgrywają istotną rolę w rozwoju uczulenia na pyły

mąki. Badania przeprowadzone wśród koreańskich piekarzy wykazały, że polimorfizm genów receptorów TLR4 i β 2-adrenergicznych, może odgrywać rolę w rozwoju uczulenia na pyły mąki i przyczyniać się do rozwoju astmy wśród piekarzy (Cho i in. 2011).

ZALEŻNOŚĆ SKUTKU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA

Wyniki badań epidemiologicznych koncentrujące się na relacji „dawka-odpowiedź”, jak również na pomiarach narażenia na: pyły mąki, pszenicę oraz α -amylazę w młynach i piekarniach prowadzonych techniką dozometrii indywidualnej były dotąd szeroko analizowane. Na ich podstawie można stwierdzić, że u pracowników narażonych na pyły mąki ryzyko wystąpienia objawów w jamie nosowej zaczyna wzrastać o stężeniach pyłu na poziomie 1 mg/m^3 , natomiast ryzyko astmy – powyżej 3 mg/m^3 (Brisman i in. 2000). W SCOEL przyjęto,

że narażenie na frakcję wdychalną pyłów mąki $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ chroni większość narażonych pracowników przed wystąpieniem zapalenia błony śluzowej nosa, a przewidywane objawy narażenia powinny być łagodne. Niemniej jednak stężenie pyłów mąki $< 1 \text{ mg/m}^3$ może wywołać objawy u już uczulonych pracowników (SCOEL 2008). Wyniki przeprowadzonych badań wyraźnie pokazują, że pełna ochrona przed uczuleniem na alergeny obecne w pyłach mąki w powietrzu (przy narażeniu na małe stężenia) jest trudna do osiągnięcia.

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO

Pomimo badań opublikowanych na początku lat 80. XX wieku sugerujących, że pracownicy piekarni mają większe ryzyko zachorowania na nowotwory nosa lub dróg oddechowych, dowody na związek między rakiem jamy nosowej i wdychaniem pyłów mąki pozostają niejednoznaczne (Acheson i in. 1981). Według autorów jest mało prawdopodobne, że narażenie na tego rodzaju pyły, jest głównym czynnikiem ryzyka raka dróg oddechowych (Laakkonen i in. 2006). Nie stwierdzono powiązania między narażeniem na pyły mąki i nowotworami krtani lub płuc (Laakkonen i in. 2006; Laforest 2000). Badania wśród piekarzy i cukierników z 16 krajów nie wykazały zwiększonego ryzyka zachorowania na raka płuc (Behrens i in. 2013). Z drugiej strony, znaleziono dowody, że narażenie na pył zbożowy wśród młynarzy może zwiększać ryzyko zachorowania na raka krtani (Laakkonen i in. 2006). W badaniach przeprowadzonych we Francji, obejmujących 207 przypadków zachorowań i 409 przypadków stanowiących kontrolę, zaobserwowano znaczący wzrost ryzyka

zachorowania na raka płaskonabłonkowego nosa wśród: piekarzy, cukierników i młynarzy (Luce i in. 1992). W badaniach wśród piekarzy i cukierników (szwedzkich i duńskich), zwłaszcza tych pracujących w małych zakładach, odnotowano więcej zachorowań na nowotwory nosa oraz większą umieralność z powodu nowotworów dróg oddechowych (Walker i in. 1986; Tuchsén, Nordholm 1986). Sugerowany jest również związek narażenia zawodowego oraz występowania zachorowania na raka nosa i zatok przynosowych u pracowników narażonych na pyły mąki (Michaels i Hellquist 2001). W Polsce w latach 2011-2015 nie odnotowano zachorowań na nowotwory w wyniku narażenia zawodowego na pyły mąki (tab. 9.).

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIE (NDS) W POWIETRZU NA STANOWISKACH PRACY ORAZ DOPUSZCZALNE STĘŻENIE W MATERIALE BIOLOGICZNYM

Istniejące wartości NDS i ich podstawy

W Szwecji zalecana wartość TLV dla pyłów mąki wynosi 3 mg/m³ (8 h TWA). Pozostałe państwa skandynawskie, tj.: Finlandia, Islandia i Norwegia, dla pyłu organicznego mąki ustanowiły limit narażenia na poziomie 5 mg/m³ (Karpinski 2003). W Wielkiej Brytanii ustalono wartość TLV na poziomie 10 mg/m³ (8 h TWA), natomiast wartość chwilową STEL – 30 mg/m³ (15 min TWA).

Zalecana przez ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) wartość TLV dla frakcji wdychalnej pyłów mąki wynosi 0,5 mg/m³ (8 h TWA). W niektórych kanadyjskich prowincjach ustalono limity dla pyłu całkowitego i frakcji respirabilnej mąki, które wynoszą 10 i 5 mg/m³ (Karpinski 2003). W Niemczech i Danii dopuszczalne narażenie zawodowe (OEL) dla pyłu całkowitego i frakcji respirabilnej mąki ustalono na

poziomach, odpowiednio 4 i 3 mg/m³. W Grecji ustalono maksymalne poziomy narażenia (MEL) dla frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłu mąki na poziomach, odpowiednio 10 i 5 mg/m³ (Patouchas i in. 2009).

W Polsce dla pyłów mąki obowiązuje wartość NDS jak dla pyłów organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Wartości NDS wynoszą: dla frakcji wdychalnej 2 mg/m³ oraz dla frakcji respirabilnej 1 mg/m³, gdy pył zawiera 10% lub więcej krystalicznej krzemionki oraz dla frakcji wdychalnej 4 mg/m³ i dla frakcji respirabilnej 2 mg/m³, gdy pył zawiera mniej niż 10% krystalicznej krzemionki (Rozporządzenie... 2014).

Wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) pyłów mąki obowiązujące w różnych państwach europejskich przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10.
Wartości dopuszczalnych stężeń w powietrzu środowiska pracy

Państwo	Obowiązujące dopuszczalne stężenia dla pyłów mąki
Szwecja	3 mg/m ³ (TLV – 8 h TWA)
Finlandia	5 mg/m ³
Islandia	5 mg/m ³
Norwegia	5 mg/m ³
Wielka Brytania	10 mg/m ³ (TLV – 8 h TWA) 30 mg/m ³ (STEL – 15 min TWA)
Niemcy	4 mg/m ³ (OEL, pył całkowity) 3 mg/m ³ (OEL, frakcja respirabilna)
Dania	4 mg/m ³ (OEL, pył całkowity) 3 mg/m ³ (OEL, frakcja respirabilna)
Grecja	10 mg/m ³ (MEL, frakcja wdychalna) 5 mg/m ³ (MEL, frakcja respirabilna)

Podstawy proponowanej wartości NDS

W dostępnym piśmiennictwie nie ma odpowiednich danych z obserwacji ludzi narażonych na pyły mąki, które mogą stanowić podstawę do zaproponowania wartości najwyższego dopuszczalnego

stężenia (NDS). Zdecydowana większość badań związanych z pyłem mąki dotyczy pszenicy. Uczulenie na alergeny pszenicy występuje u około 2 ÷ 4% ogólnej populacji osób nienarażonych zawodowo na ich działanie.

Na podstawie analizy dostępnych danych „dawka-odpowiedź” dokonano obliczeń, które wskazują, że u osób rozpoczynających pracę w przemyśle piekarniczym wystąpi zwiększone ryzyko uczulenia o 10% po czterdziestu latach pracy, jeśli średnie narażenie zawodowe wynosi $1,2 \text{ mg/m}^3$ (DECOS 2004; Heederik, Houba 2001; Houba i in. 1998b).

Dotychczasowe wyniki badań sugerują, że ryzyko wystąpienia objawów działania uczulającego w nosie zaczyna wzrastać o stężeniach przekraczających 1 mg/m^3 dla frakcji wdychalnej pyłu, a ryzyko wystąpienia astmy wzrasta o stężeniu powyżej 3 mg/m^3 (Brisman i in. 2000). Wyniki badań „dawka-odpowiedź” sugerują, że objawy narażenia na pyły mąki, zwłaszcza ze strony dolnych dróg oddechowych, występowanie astmy, jak również ryzyko uczulenia są rzadkie w zakresie stężeń frakcji wdychalnej pyłu $0,5 \div 1 \text{ mg/m}^3$, co sugeruje, że jest to wartość LOEL, a więc najmniejsze stężenie, przy którym występuje istotny wzrost częstości lub nasilenia skutków działania danej substancji u badanych organizmów w stosunku do grupy kontrolnej (Brisman i in. 2000; Heederik, Houba 2001; Houba i in. 1998b).

W SCOEL nie zalecono określania dopuszczalnych limitów narażenia zawodowego (OEL) dla substancji uczulających, ponieważ wartość TLV nie może być jednoznacznie zidentyfikowana. Z uwagi na dużą liczbę narażonych pracowników oraz stosunkowo dużą liczbę dostępnych danych, w SCOEL przyjęto, że narażenie na frakcję wdychalną pyłów mąki $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ chroni większość narażonych pracowników, a przewidywane objawy narażenia powinny być łagodne. Pyły mąki

o stężeniach $< 1 \text{ mg/m}^3$ (frakcja wdychalna) w dalszym ciągu mogą powodować wystąpienie objawów narażenia u pracowników już uczulonych. Według SCOEL wartość OEL, która chroni wszystkich pracowników narażonych na pyły mąki, nie może być określona. Wskazane jest rutynowe stosowanie dobrych praktyk oraz monitorowanie stanu zdrowia pracowników narażonych na pyły mąki w środowisku pracy.

Międzyresortowa Komisja ds. NDS i NDN na 84. posiedzeniu w dniu 4.11.2016 r. przyjęła wartość NDS dla frakcji wdychalnej pyłów mąki na poziomie 2 mg/m^3 bez ustalenia wartości chwilowej NDSCh oraz wartości dopuszczalnej w materiale biologicznym (DSB). Normatyw oznakowano literą „A” (substancja o działaniu uczulającym). Pracownicy z objawami uczulenia powinni być objęci odpowiednią opieką medyczną i podlegać regularnej kontroli stanu zdrowia. Ze względu na jednoznacznie zwiększone ryzyko wystąpienia objawów ze strony układu oddechowego u pracowników uczulonych, należy podjąć działania mające na celu zmniejszenie ich narażenia na alergeny. Brak jest podstaw merytorycznych do ustalenia wartości NDS dla frakcji respirabilnej pyłów mąki oraz wartości stężenia chwilowego (NDSCh). Zaleca się, aby w trakcie określonych czynności zawodowych w: piekarniach, młynach i zakładach wykorzystujących mąkę, jako surowiec do dalszej produkcji, kontrolować narażenie pikowe (szczytowe) przy zastosowaniu odpowiednich środków zaradczych, obejmujących zarówno rozwiązania techniczne, jak i organizacyjno-systemowe (Elms i in. 2004).

PIŚMIENNICTWO

Acheson E.D., Coddell R.H., Rang E.H. (1981). Nasal cancer in England and Wales: an occupational survey. Br. J. Ind. Med. 38, 218–224.

Ameille J., Pauli G., Calastreng-Crinquand A., Vervloet D. i in. (2003). Reported incidence of occupational asthma in France, 1996–99: the ONAP programme. Occup. Environ. Med. 60, 136–141.

Awad el Karim M.A., Gad el Rab M.O., Omer A.A. i in. (1986). Respiratory and allergic disorders in workers exposed to grain and flour dusts. Arch. Environ. Health. 41(5), 297–301.

Baatjies R., Jeebhay M.F. (2002). Bakers' allergy and asthma – towards preventive strategies. Curr. Allergy Clin. Immunol. 15, 160–163.

Baatjies R., Meijster T., Lopata A.L. i in. (2007). A pilot study of exposure to flour dust and allergens in Cape Town bakeries. Curr. Allergy Clin. Immunol. 20, 210–214.

Bachanek T., Chalas R., Pawłowicz A. i in. (1999). Exposure to flour dust and the level of abrasion of hard tooth tissues among the workers of flour mills. Ann. Agric. Environ. Med. 6, 147–149.

- Bachmann M., Myers J.E. (1991). Grain dust and respiratory health in South African milling workers. *Br. J. Ind. Med.* 48, 656–662.
- Baldo B.A., Wrigley C.W. (1978). IgE antibodies to wheat flour components studies with sera from subjects with bakers' asthma or coeliac condition. *Clin. Allergy* 8, 109–124.
- Barracough R., Bradshaw L., Barber C. i in. (2005). Latent period for symptomatic sensitization in bakeries. *Occup. Med. (Lond)* 55(7), 580.
- Baur X., Fruhmann G., Haug B. i in. (1986). Role of aspergillus amylase in baker's asthma. *The Lancet*. 1, 43.
- Baur X., Chen Z., Sander I. (1994). Isolation and denomination of an important allergen in baking additives: α -amylase from *Aspergillus oryzae* (Asp o II). *Clin. Exp. Allergy* 24, 465–470.
- Baur X., Degenes P.O., Sander I. (1998). Baker's asthma: Still among the most frequent occupational respiratory disorders. *J. Allergy Clin. Immun.* 102, 984–997.
- Behrens T., Kendzia B., Treppmann T. i in. (2013). Lung cancer risk among bakers, pastry cooks and confectionary makers: the SYNERGY study. *Occup. Environ. Med.* 70(11), 810–814.
- Bergmann I., Wallenstein G., Rebohle E. i in. (1997). Berufsbedingte allergische und irritative Atemerkran-kungen bei Mullern (Occupational allergic and irritative respiratory diseases among millers). *Z. Gesamte Hyg.* 25, 287–290.
- Blanco Carmona J.G., Picon S.J., Sotillos M.G. (1991). Occupational asthma in bakeries caused by sensitivity to alpha-amylase. *Allergy* 46, 274–276.
- Bogdanovic J., Koets M., Sander I. (2006). Rapid detection of fungal α -amylase in the work environment with a lateral flow immunoassay. *J. Allergy Clin. Immun.* 118, 1157–1163.
- Bohadana A.B., Massin N., Wild P. i in. (1994). Respiratory symptoms and airway responsiveness in apparently healthy workers exposed to flour dusts. *Eur. Respir. J.* 7(6), 1070–1076.
- Brisman J. (2002). Baker's asthma. *Occup. Environ. Med.* 59, 498–502.
- Brisman J., Jarvholm B., Lillienberg L. (2000). Exposure-response relations for self-reported asthma and rhinitis in bakers. *Occup. Environ. Med.* 57, 335–340.
- Brisman J., Nieuwenhuijsen M.J., Venables K.M. i in. (2004). Exposure-response relations for work related respiratory symptoms and sensitization in a cohort exposed to α -amylase. *Occup. Environ. Med.* 61, 551–553.
- Buczaj A., Pawlak H., Tarasińska J. i in. (2012). Evaluation of work conditions in a pasta manufacturing plant with particular consideration of dustiness. *Ann. Agric. Environ. Med.* 19, 810–816.
- Burdorf A., Lillienberg L., Brisman J. (1994). Characterization of exposure to inhalable flour dust in Swedish bakeries. *Ann. Occup. Hyg.* 38, 67–78.
- CEN, European Committee for Standardization (2014). Ambient air-standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or PM2.5 mass concentration of suspended particulate matter (Standard No. EN 12341:2014).
- Cho H.J., Kim S.H., Kim J.H., Choi H., Son J.K., Hur G.Y., Park H.S. (2011). Effect of Toll-like receptor 4 gene polymorphisms on work-related respiratory symptoms and sensitization to wheat flour in bakery workers. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 107, 57–64.
- Cullinan P., Lowson D., Nieuwenhuijsen M.J., Sandiford C., Tee R.D., Venables K.M., McDonald J.C., Taylor A.J.N. (1994). Work related symptoms, sensitisation, and estimated exposure in workers not previously exposed to flour. *Occup. Environ. Med.* 51, 579–583.
- Davies E., Orton D. (2009). Contact urticarial and protein contact dermatitis to chapatti flour. *Contact Derm.* 60, 113–114.
- DECOS, Dutch Expert Committee on Occupational Standards (2004). Wheat and other cereal flour dusts. The Hague: Health Council of the Netherlands, publication No. 2004/02OSH.
- Elms J., Beckett P., Griffin P. i in. (2003). Job categories and their effects on exposure to fungal alpha-amylase and inhalable dust in the UK baking industry. *AIHA J.* 64(4), 467–471.
- Elms J., Robinson E., Rahman S. i in. (2004). Exposure to flour dust in UK bakeries: current use of control measures. *Ann. Occup. Hyg.* 49, 85–91.
- Fakhri Z.I. (1992). Causes of hypersensitivity reactions in flour mill workers in Sudan. *Occup. Med.* 42(3), 149–154.
- Franken J., Stephan U., Meyer H.E. i in. (1994). Identification of alpha-amylase inhibitor as a major allergen of wheat flour. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 104, 171–174.
- Gomez-Olles S., Cruz M.J., Renstrom A. i in. (2006). An amplified sandwich EIA for the measurement of soy aeroallergens. *Clin. Exp. Allergy* 36(9), 1176–1183.
- Gordon S. (2001). Laboratory animal allergy: a British perspective on a global problem. *ILAR J.* 42(1), 37–46.
- Green B.J., Beezhold D.H. (2011). Industrial fungal enzymes: an occupational allergen perspective. *J. Allergy (Cairo)* 2011, 682574.
- GUS, Główny Urząd Statystyczny (2016). Wypadki przy pracy i problemy zdrowotne związane z pracą. Pracujący narażeni na czynniki fizyczne wg sekcji PKD w 2015 r.

- Hartmann A.L. (1986). Berufsalergien bei bäckern – epidemiologie diagnose, therapie und prophylaxe; Versicherungsrecht. München-Deisenhofen, Germany: Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, 1986.
- Hartmann A.L., Wuthrich B., Florin-Stolz R. i in. (1985). Atopy screening: prick multitest, total IgE or RAST? On the value of allergologic testing of the staff of an industrial bakery. Schweizerische Medizinische Wochenschrift 115, 466–475.
- Health and Safety Executive. Occupational Asthma in Great Britain (2013). Health and safety statistics for 2012/13 [www.hse.gov.uk/statistics/causdis/asthma].
- Heederik D.J.J., Houba R. (2001). An exploratory quantitative risk assessment for high molecular weight sensitizers: wheat flour. Ann. Occup. Hyg. 45, 175–185.
- Herxheimer H. (1967). Skin sensitivity to flour in bakers' apprentices. Lancet. 1(7481), 83–84.
- Horner W.E., Helbling A., Salvaggio I.E. i in. (1995). Fungal allergens. Clin. Microbiol Rev. 8, 161–179.
- Houba R., van Run P., Heederik D. i in. (1996). Wheat antigen exposure assessment for epidemiological studies in bakeries using personal dust sampling and inhibition ELISA. Clin. Exp. Allergy 26, 154–163.
- Houba R., van Run P., Doekes G. i in. (1997). Airborne levels of α -amylase allergens in bakeries. J. Allergy Clin. Immun. 99, 286–292.
- Houba R., Doekes G., Heederik D. (1998a). Occupational respiratory allergy in bakery workers: a review of the literature. Am. J. Ind. Med. 34, 529–546.
- Houba R., Heederik D., Doekes G. (1998b). Wheat sensitization and work-related symptoms in the baking industry are preventable. Am. J. Resp. Crit. Care Med. 158, 1499–1503.
- Jauhainen A., Louhelainen K., Kinnainmaa M. (1993). Occupational hygiene around the world: exposure to dust and α -amylase in bakeries. Appl. Occup. Environ. Hyg. 8, 721–725.
- Jeffrey P.M. (1992). Respiratory problems in workers in small bakeries (dissertation for membership of the Faculty of Occupational Medicine). London: Faculty of Occupational Medicine of the Royal College of Physicians.
- Jeffrey P., Griffin P., Gibson M. i in. (1999). Small bakeries – a crosssectional study of respiratory symptoms, sensitization and dust exposure. Occup. Med. 49(4), 237–241.
- Kakooei H., Marioryad H. (2005). Exposure to inhalable flour dust and respiratory symptoms of workers in a flour mill in Iran. Iranian J. Env. Health Sci. Eng. 2(1), 50–55.
- Karpinski E.A. (2003). Exposure to inhalable flour dust in Canadian flour mills. Appl. Occup. Environ. Hyg. 18, 1022–1030.
- Laakkonen A., Kyyronen P., Kauppinen T. i in. (2006). Occupational exposure to eight organic dusts and respiratory cancer among Finns. Occup. Environ. Med. 63, 726–733.
- Laforest L., Luce D., Goldberg P. i in. (2000). Laryngeal and hypopharyngeal cancers and occupational exposure to formaldehyde and various dusts: a case-control study in France. Occup. Environ. Med. 57, 767–773.
- Leira H.L., Bratt U., Slastad S. (2005). Notified cases of occupational asthma in Norway: exposure and consequences for health and income. Am. J. Ind. Med. 48, 359–364.
- Lillienberg L., Brisman J. (1994). Flour dust in bakeries – a comparison between methods. Ann. Occup. Hyg. 38, 571–575.
- Lillienberg L., Brisman J. (1996). Peak exposure concentrations of dust in bakeries. [In:] Proceeding of the 2nd International Symposium on Modern Principles of Air Monitoring, Feb 5–8 1996. Salen, Sweden 47.
- Luce D., Leclerc A., Morcet J.F. i in. (1992). Occupational risk factors for sinonasal cancer: a case-control study in France. Am. J. Ind. Med. 21, 163–175.
- Malaker H.S.R., McLaughlin J.K., Blott W.J. i in. (1986). Nasal cancer and occupation in Sweden 1961–1979. Am. J. Ind. Med. 9, 477–485.
- Masalin K.E., Degerth R.K., Murtomaa H.T. (1988). Airborne sugarand flour dust in the Finnish confectionary industry. App. Ind. Hyg. 3(8), 231–235.
- Massin N., Bohadana A.B., Wild P. i in. (1995). Airway responsiveness to methacholine, respiratory symptoms, and dust exposure levels in grain and flour mill workers in eastern France. Am. J. Ind. Med. 27, 859–869.
- Meijster T., Tielemans E., de Pater N. i in. (2007). Modelling exposure in flour processing sectors in the Netherlands: a baseline measurement in the context of an intervention program. Ann. Occup. Hyg. 51, 293–304.
- de Mers M.P., Orris P. (1994). Occupational exposure and asthma mortality. JAMA. 272(20), 1575.
- Michaels L., Hellquist H.B. (2001). Ear, nose and throat histopathology. 2nd ed. London, Springer.
- Morren M.A., Janssens V., Dooms-Gossens A. i in. (1993). α -Amylase, a flour additive: an important cause of protein contact dermatitis in bakers. J. Am. Acad. Dermatol. 29(5 Pt 1), 723–728.
- Mounier-Geyssant E., Barthélemy J.F., Mouchot L., Paris C., Zmirou-Navier D. (2007). Exposure of bakery and pastry apprentices to airborne flour dust using PM2.5 and PM10 personal samplers. BMC Public Health. 7, 311.
- Musk A.W., Venables K.M., Crook B. i in. (1989). Respiratory symptoms, lung function, and sensitisation to flour in a British bakery. Brit. J. Ind. Med. 46, 636–642.

- Nieuwenhuijsen M.J., Sandiford C.P., Lowson D.* i in. (1994). Dust and flour aeroallergen exposure in flour mills and bakeries. *Occup. Environ. Med.* 51, 584–588.
- Nieuwenhuijsen M.J., Sandiford C.P., Lowson D.* i in. (1995). Peak exposure concentrations of dust and flour aeroallergen in flour mills and bakeries. *Ann. Occup. Hyg.* 39, 193–201.
- Page E.H., Dowell C.H., Mueller C.A.* i in. (2010). Exposure to flour dust and sensitization among bakery employees. *Am. J. Ind. Med.* 53(12), 1225–1232.
- Park H.S., Nahm D.H., Kim H.Y.* i in. (1998). Role of specific IgE, IgG and IgG4 antibodies to corn dust in exposed workers. *Korean J. Intern. Med.* 13, 88–94.
- de Pater N., Doekes G., Miedema E., Goede H., van Hemmen J., Heederick D.* (2002). Expositie aan stof, tarweallergenen en schimmel alfa-amylase en stand der techniek in ambachtelijke bakkerijen, meelmaalterijen en bakkerijgrondstoffen leverencierrss. Verslag onderzoeksprogramma Grondstofallergie van het Productschap Granen, Zaden en Peuvruchten. TNO Voeding (Zeist).
- Patouchas D., Sampsonas F., Papantrinopoulou D.* i in. (2009). Determinants of specific sensitization in flour allergens in workers in bakeries with use of skin prick tests. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 13, 407–411.
- Pavia D., Agnew J.E., Clarke S.W.* (1986). Inhaled aerosols: deposition and clearance. [W:] *Progress in radio-pharmacy (Developments in Nuclear Medicine series)*. [Red.] P.H. Cox, S.J. Mather, C.B. Sampson, C.R. Lazarus. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff 579–589.
- Pavlovic M., Spasojevic M., Tasic Z.* i in. (2001). Bronchial hyperactivity in bakers and its relation to atopy and skin reactivity. *Sci. Total. Environ.* 270, 71–75.
- Pigatto P.D., Polenghi M.M., Altomare G.F.* (1987). Occupational dermatitis in bakers: a clue for atopic contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 16, 263–271.
- Prichard M.G., Ryan G., Musk A.W.* (1984). Wheat flour sensitization and airways disease in urban bakers. *Br. J. Ind. Med.* 41(4), 45–454.
- Roberge B., Aubin S., Cloutier Y.* (2012). Characterization of dusts in traditional bakeries (Studies and research projects. Report R-760). Montreal: IRSST [dostęp: maj 2015, <http://www.irsst.qc.ca/en/-irsst-publicationcharacterization-of-dusts-in-traditional-bakeries-r-760.html>].
- Rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z dnia 6.06.2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2014 r., poz. 817, z późn. zm.
- Salcedo G., Quirce S., Diaz-Perales A.* (2011). Wheat allergens associated with baker's asthma. *J. Invest. Allergy Clin.* 21, 81–92.
- Sander I., Flagge A., Mergret R.* i in. (2001). Identification of wheat flour allergens by means of 2-dimensional immunoblotting. *Allergy Clin. Immunol.* 107, 907–913.
- Sander I., Raulf-Heimsoth M., Siethoff C.* i in. (1998). Allergy to *Aspergillus*-derived enzymes in the baking industry: identification of β -xylosidase from *Aspergillus niger* as a new allergen (Asp n 14). *J. Allergy Clin. Immun.* 102, 256–264.
- Sandiford C.P., Nieuwenhuijsen M.J., Tee R.D.* i in. (1994a). Measurement of airborne proteins involved in Bakers' asthma. *Clin. Exp. Allergy* 24, 450–456.
- Sandiford C.P., Nieuwenhuijsen M.J., Tee R.D.* i in. (1994b). Determination of the size of airborne flour particles. *Allergy* 49, 891–893.
- Sandiford C.P., Tee R.D., Newman Taylor A.J.* (1990). Identification of major allergenic flour proteins in order to develop assays to measure flour aeroallergen. *Clin. Exp. Allergy* 20, 1–3.
- SCOEL, Scientific Committee on Occupational Exposure Limit Values (2008). Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limit values for flour dust (SCOEL/SUM/123). Brussels: European Commission, Employment, Social Affairs & Inclusion.
- SCOEL, Scientific Committee on Occupational Exposure Limit Values (2014). Recommendation from the scientific committee on occupational exposure limit values for flour. SCOEL/SUM/123. Brussels: European Commission. Employment, Social Affairs & Inclusion, 2008.
- Skjold T., Dahl R., Juhl B.* i in. (2008). The incidence of respiratory symptoms and sensitisation in baker apprentices. *Eur. Respir. J.* 32, 452–459.
- Smith T.A., Lumley K.P.S., Hui E.K.H.* (1997). Allergy to flour and fungal amylase in bakery workers. *Occup. Med.* 47(1), 21–24.
- di Stefano F., Di Gampaolo L., Verna N.* i in. (2007). Occupational eosinophilic bronchitis in a foundry worker exposed to isocyanate and a baker exposed to flour. *Thorax* 62, 368–370.
- Sutton R., Skerrett J.H., Baldo B.A.* i in. (1984). The diversity of allergens involved in bakers' asthma. *Clin. Allergy* 14, 93–107.
- Tagiyeva N., Anua S.M., Semple S.* i in. (2012). The 'take home' burden of workplace sensitizers: flour contamination in bakers' families. *Environ. Int.* 46, 44–49.
- Talini D., Benvenuti A., Carrara M.* i in. (2002). Diagnosis of flour induced occupational asthma in a cross-sectional study. *Resp. Med.* 96, 236–243.
- Taytard A., Tessier J.F., Vergeret J.* i in. (1988). Respiratory function in flour-mill workers. *Eur. J. Epidemiol.* 4, 104–109.

- Thiel H.* (1987). Problems of occupationally induced respiratory allergies as exemplified by bakers' asthma. *Derm. Beruf Umwelt* 35(3), 81–91.
- Tiikkainen U., Louhelainen K., Nordman H.* (1996). The nordic expert group for criteria documentation of health risks from chemicals. 120. Flour dust (Arbete och Halsä No. 1996; 27). Solna, Sweden: National Institute for Working Life.
- van Tongeren M., Galea K.S., Ticker J.* i in. (2009). Temporal trends of flour dust exposure in the United Kingdom 1985–2003. *J. Environ. Monitor.* 11, 1492–1497.
- Tuchsen F., Nordholm L.* (1986). Respiratory cancer in Danish bakers: a 10 year cohort study. *Br. J. Ind. Med.* 43, 516–521.
- Vanhanen M., Tuomi T., Hokkanen H.* i in. (1996). Enzyme exposure and enzyme sensitisation in the baking industry. *Occup. Environ. Med.* 53, 670–676.
- Vissers M., Doekes G., Heederik D.* (2001). Exposure to wheat allergen and fungal α -amylase in the homes of bakers. *Clin. Exp. Allergy* 31, 1577–1582.
- Weiss W., Huber G., Engel K.H.* i in. (1997). Identification and characterization of wheat grain albumine/globulin allergens. *Electrophoresis* 18, 826–833.
- Wiley K.* (1997). Development of an assay for wheat allergens. International Occupational Hygiene Association Meeting. Sep. 1997, Switzerland.
- Wiszniewska M., Walusiak-Skorupa J.* (2013). Diagnosis and frequency of work-exacerbated asthma among bakers. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 111, 370–375.
- de Zotti R., Larese F., Bovenzi M.* i in. (1994). Allergic airway disease in Italian bakers and pastry makers. *Occup. Environ. Med.* 51, 548–552.
- Zuskin E., Kanceljak B., Mustajbegovic J.* i in. (1994). Respiratory function and immunological reactions in jute workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 66, 43–48.

ZAKRES BADAŃ WSTĘPNYCH I OKRESOWYCH, NARZĄDY (UKŁADY) KRYTYCZNE, PRZECIWSKAZANIA LEKARSKIE DO ZATRUDNIENIA W NARAŻENIU NA PYŁY MĄKI - FRAKCJĘ WDYCHALNĄ

dr hab. n. med. MARTA WISZNIEWSKA
Instytut Medycyny Pracy
im. prof. dr. med. Jerzego Nofera
91-348 Łódź
ul. św. Teresy od Dzieciątka Jezus 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na: drogi oddechowe, skórę i spojówki.

Badania pomocnicze: spirometria spoczynkowa. W zależności od wskazań: zdjęcie rtg. klatki piersiowej, test odwracalności skurczu oskrzeli, test oceny nadreaktywności oskrzeli, punktowe testy skórne z pospolitymi alergenami środowiska, punktowe testy skórne z mąkami i polepszaczami.

Zakres badania okresowego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na: drogi oddechowe, skórę i spojówki. W zależności od wskazań badania: dermatologiczne, laryngologiczne i okulistyczne

Badania pomocnicze: spirometria spoczynkowa. W zależności od wskazań: zdjęcie rtg. klatki piersiowej, test odwracalności skurczu oskrzeli, test oceny nadreaktywności oskrzeli, punktowe testy skórne z pospolitymi alergenami środowiska, punktowe testy skórne z mąkami i polepszaczami.

Częstotliwość badań okresowych: co 12 miesięcy przez pierwsze 3 lata, następne co 36 miesięcy.

U w a g a

Lekarz przeprowadzający badania profilaktyczne może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie oraz badania pomocnicze, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia pracownika lub osoby przyjmowanej do pracy.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na: drogi oddechowe, skórę i spojówki. W zależności od wskazań badania: dermatologiczne, laryngologiczne i okulistyczne.

Badania pomocnicze: spirometria spoczynkowa. W zależności od wskazań: zdjęcie rtg. klatki piersiowej, test odwracalności skurczu oskrzeli, test oceny nadreaktywności oskrzeli, punktowe testy skórne z mąkami i polepszaczami.

Narządy (układy krytyczne)

Narządami krytycznymi w narażeniu na pyły mąki są:

- drogi oddechowe
- skóra
- spojówki.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przeciwwskazaniami lekarskimi do zatrudnienia w narażeniu na pyły mąki są:

- choroby obturacyjne dróg oddechowych (w szczególności astma oskrzelowa i przewlekła obturacyjna choroba płuc)
- alergiczna choroba górnych lub dolnych dróg oddechowych (wywołana nadwrażliwością typu I na alergeny mąk i/lub polepszaczy)
- ciężkie choroby układu oddechowego przebiegające ze zniszczeniem struktury płuc i zmniejszeniem powierzchni oddechowej (np. rozedma płuc).

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy.

O przeciwwskazaniach w przebiegu zatrudnienia powinien decydować lekarz sprawujący opiekę profilaktyczną, biorąc pod uwagę wielkość i okres

trwania narażenia zawodowego oraz ocenę stopnia zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

Ze względu na działanie uczulające, w badaniu podmiotowym należy uwzględnić wywiad w kierunku atopii i chorób alergicznych układu oddechowego, spojówek i skóry.