

POZIOM ZAPYLENIA W WYBRANYCH ZAKŁADACH PRZEMYSŁU ZBOŻOWEGO W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM

Agnieszka Buczaj

Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

Streszczenie. Celem realizowanego tematu było przeprowadzenie badań zapylenia na stanowiskach pracy w zakładach przemysłu zbożowego. Badania dozymetryczne prowadzone były na stanowiskach pracy typowych dla danego zakładu pracy, gdzie podczas wykonywania czynności roboczych występuje potencjalne narażenie na występowanie pyłu. Wyniki pomiarów wykazały wysoki stopień zapylenia. Na stanowisku pakowacza oraz operatora elewatora we wszystkich badanych młynach przemysłowych zostały przekroczone wartości NDS (Najwyższego dopuszczalnego stężenia) dla pyłu całkowitego przy nie przekroczeniu wartości NDS dla pyłu respirabilnego.

Słowa kluczowe: zapylenie, pył zbożowy

Wprowadzenie

W zakładach przemysłu zbożowego pracownicy narażeni są na oddziaływanie wielu szkodliwych i uciążliwych czynników środowiska pracy. Na stanowiskach pracy w tych zakładach występują najczęściej nadmierne ilości pyłu i drobnoustrojów [Burdorf i in. 1994; Meijster 2007; Mołocznik 1979; Mołocznik 1981; Nieuwenhuijsen i in. 1994; Szeffler, Szorc 2001; Wdowiak i in. 2007].

Wszystkim etapom produkcji zbożowej, począwszy od zbioru i wylócenia zboża przez rolnika w gospodarstwie, poprzez transport, suszenie i składowanie ziarna, przetwórstwo zboża, aż do pakowania gotowych produktów w zakładzie przetwórstwa zbożowego, towarzyszy pył zbożowy i mączny. Do pyłu zbożowego zaliczyć możemy pył omlotowy, składający się z cząstek celulozy, osłonek ziarna, spor grzybów, ziaren skrobi i cząstek gleby oraz pył występujący w magazynach i elewatorach zbożowych, złożony z drobnych fragmentów źdźbeł i kłosów zbóż, cząstek owadów, spor grzybów i cząstek gleby. Pył typowo mączny zaś złożony jest z ziaren skrobi i białka zbożowego. W pyłach zbożowo-mącznych dodatkowo stwierdza się obecność składnika mineralnego – wolnej krystalicznej krzemionki, której zawartość różni się w zależności od etapu produkcji, jakiemu towarzyszy powstawanie pyłu [Mołocznik 1981].

Długotrwałe narażenie na oddziaływanie pyłu na stanowiskach pracy w przetwórstwie zbożowym może być przyczyną zachorowalności na choroby pyłopochodne (np. płuco młynarza, płuco młócającego) i odgrywać znaczącą rolę w pogarszaniu się zdrowia pracowników zakładów przetwórczych [Dutkiewicz i in. 2000]. Pył przedostając się do układu

oddechowego jest osadzany i deponowany w różnych jego odcinkach. O biologicznym efekcie działania pyłu decyduje między innymi biologiczny i mineralny skład pyłu, rozmiar cząstek oraz ilość pyłu osadzonego w konkretnych obszarach układu oddechowego.

W celu zapewnienia bezpiecznych warunków pracy w zakładach przetwórczych należy prowadzić pomiary czynników szkodliwych występujących na stanowiskach pracy. Dotychczas w zakładach przetwórczych, zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, wykonuje się tylko pomiary dwóch frakcji pyłu: całkowitej (wdychanej) oraz respirabilnej (pył wnikaący do pęcherzyków płucnych), a wyniki pomiarów odnosi się do istniejących normatywów higienicznych. Działanie patogenne składników pyłu rolniczego zachodzi nie tylko w pęcherzykach płucnych, ale także w obrębie klatki piersiowej (w oskrzelach i oskrzelikach), dlatego istotne jest przeprowadzenie poszerzonych badań frakcyjnych pyłu wdychanego i deponowanego w poszczególnych odcinkach dróg oddechowych.

Zgodnie z zaleceniami PN-EN-481:1998 ocenie powinna podlegać ekspozycja na frakcję wdychaną (cząstki wdychane przez nos i usta), pozatrchawiczną (frakcja wdychana nie wnikaąca poza trtań), trhawiczną (frakcja wdychana wnikaąca poza trtań), trhawiczno-oskrzelową (frakcja wnikaąca głębiej poza trtań, lecz nie dostająca się do beztrzęskowych dróg oddechowych) i pęcherzykową, czyli cząstki frakcji wnikaącej do pęcherzyków płucnych.

Celem pracy było przeprowadzenie badań zapylenia na stanowiskach pracy w młynach przemysłowych w oparciu o wdrożone normy europejskie dotyczące pomiarów i oceny środowiska pracy w tym zakresie oraz ocena stopnia narażenia na pył pracowników zakładów zbożowych.

Metodyka

Badania przeprowadzono w 4 młynach handlowych (przemysłowych) na terenie województwa lubelskiego. Do głównej działalności tych młynów należał skup i magazynowanie ziarna oraz przemiał zbóż na cele spożywcze i paszowe.

Zakres badań obejmował pomiary stężeń wagowych frakcji pyłu potencjalnie deponowanego w odcinkach układu oddechowego: frakcja wdychana (pył całkowity), pozatrchawiczna, trhawiczna, trhawiczno-oskrzelowa, pęcherzykowa (pył respirabilny). Pomiary zapylenia prowadzone były na stanowiskach pracy typowych dla danego zakładu pracy, gdzie występuje narażenie na występowanie pyłu. Wyszczególniono następujące stanowiska pracy:

- młynarz główny – odpowiedzialny za nadzór poszczególnych etapów produkcji (czyszczenie, mielenie, przesiewanie), koordynacja pracy w młynie,
- pakowacz – pakowanie mąki do worków, zszywanie worków, transport do magazynu,
- operator elewatora – przyjmowanie zboża do młyna, zsypywanie zboża do dołu zasywowego z przyczep, nadzór nad silosami i pracą elewatora.

Pomiary stężenia pyłu na wybranych stanowiskach dokonywane były podczas różnych zmian roboczych w trakcie trwania kampanii produkcyjnych w poszczególnych zakładach.

Próbki pyłu pobierano w strefie oddechowej pracowników podczas wykonywania czynności roboczych na określonych stanowiskach pracy. Pomiary frakcyjne pyłu prowa-

dzono były z zastosowaniem laserowego miernika zapylenia GRIMM 1.108, który przystosowano do prowadzenia pomiarów dozymetrycznych. Miernik umożliwia jednoczesny pomiar trzech frakcji pyłu: wdychanej, tchawicznej, pęcherzykowej. Pomiary stężenia frakcji pyłowych prowadzone były zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 481:1998 oraz PN-EN 689:2002.

Pomiary stężeń wagowych prowadzone były w seriach dla poszczególnych pracowników, obejmujących kolejne 1 minutowe pomiary stężeń poszczególnych frakcji pyłu depozytowanego w odcinkach układu oddechowego (frakcja wdychana, tchawiczna i pęcherzykowa). Czas trwania serii pomiarowych wynosił od 15 do 30 minut.

Omówienie wyników

Uzyskane wyniki pomiarów stężeń pyłu dla frakcji wdychanej, tchawicznej i pęcherzykowej wykonanych w badanych młynach przemysłowych przedstawiono w tabeli 1. Tabela 1 zawiera wartości średnie geometryczne oraz rozrzut średnich stężeń dla stanowisk młynarza, pakowacza i pracownika elewatora.

Tabela 1. Wyniki pomiarów frakcyjnych stężeń pyłu w młynach przemysłowych (wartości średnie geometryczne i zakres)

Table 1. Measurement results for fractional dust concentrations in industrial mills (geometric mean values and range)

Stanowisko	Frakcja wdychana [mg·m ⁻³]			Frakcja tchawiczna [mg·m ⁻³]			Frakcja pęcherzykowa [mg·m ⁻³]		
	$\bar{x}_g$	min	max	$\bar{x}_g$	min	max	$\bar{x}_g$	min	max
Operator elewatora	22,98	9,13	47,4	8,2	1,86	17,3	0,8	1,9	3,5
Młynarz	3,71	1,28	10,56	1,34	0,30	4,33	0,18	0,05	0,52
Pakowacz	10,09	4,06	73,64	1,57	0,64	4,6	0,10	0,04	1,43

Najwyższe średnie stężenie pyłu całkowitego (wdychanego) we wszystkich badanych młynach zanotowano na stanowisku operatora elewatora (22,98 mg·m⁻³). Na stanowisku pakowacza średnie stężenie pyłu wdychanego kształtowało się na poziomie 10,9 mg·m⁻³, a na stanowisku młynarza głównego 3,71 mg·m⁻³. W przypadku pyłu respirabilnego (frakcja pęcherzykowa) najwyższe stężenie średnie zanotowano także na stanowisku operatora elewatora (0,8 mg·m⁻³). Na stanowisku młynarza kształtowało się na poziomie 0,18 mg·m⁻³, natomiast dla pakowacza wynosiło średnio 0,10 mg·m⁻³.

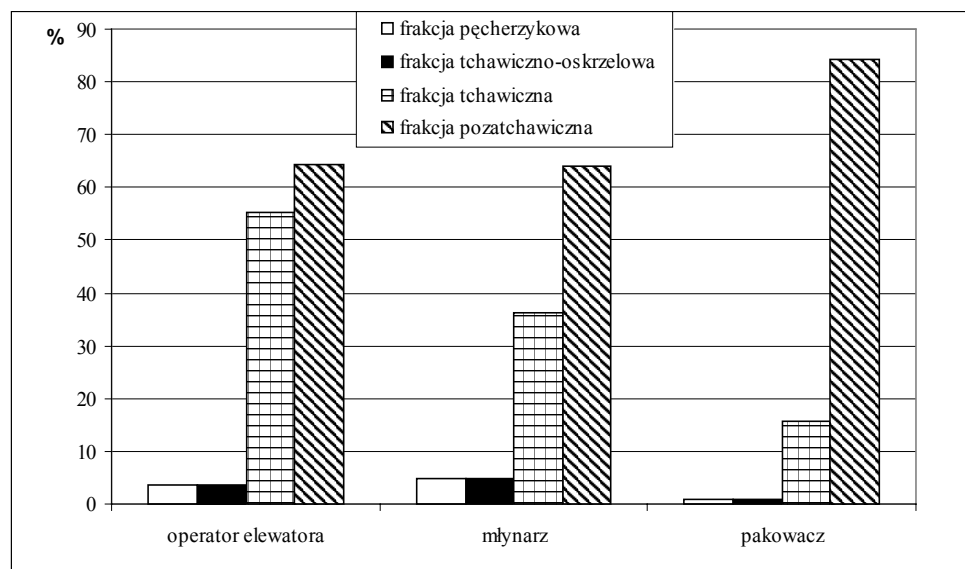
Na podstawie wyników pomiarów frakcji wdychanej, piersiowej i pęcherzykowej przedstawionych w tabeli 1 wyznaczono stężenia frakcji pozatrchawicznej i tchawiczno-oskrzelowej oraz wyliczono przeciętny procentowy udział poszczególnych frakcji w pyłe wdychanym (rys. 1). Na wszystkich typach stanowisk zanotowano najwyższą zawartość frakcji pozatrchawicznej i tchawicznej w pyłe wdychanym, przy niewielkim udziale frakcji tchawiczno-oskrzelowej i pęcherzykowej. Na stanowisku operatora elewatora związane jest to z narażeniem głównie na pył zbożowy zawierający zanieczyszczenia pochodzące z pyłu omlotowego (cząstki celulozy, osłonki ziarna, spory grzybów, ziarna skrobi, cząstki

gleby) oraz pyłu występującego w magazynach i elewatorach zbożowych zawierającego drobne fragmenty żdźbeł i kłosów zbóż, cząstki owadów, spory grzybów i cząstki gleby. Cząstki tego pyłu przedostają się do układu oddechowego w obrębie głowy i tchawicy skąd w większości są usuwane wraz ze śluzem i śliną.

Na stanowisku młynarza wysoka zawartość frakcji pyłu wnikałego w obręb głowy i do odcinka piersiowego może wynikać z ekspozycji na pył powstający podczas nadzorowania procesów czyszczenia zboża, podczas których przy separatorach, wialniach i przesiewaczach mamy do czynienia z zanieczyszczonym zbożem.

Na stanowisku pakowacza zawartość frakcji pozatchawicznej jest najwyższa, natomiast zawartość frakcji tchawicznej i pęcherzykowej najniższa spośród badanych typów stanowisk. Podczas pakowania, ważenia i zszywania worków oraz podczas ich przenoszenia do magazynów powstaje pył mączny o największej zawartości cząstek powyżej 30 μm (frakcja pozatchawiczna).

Na stanowisku młynarza zanotowano najwyższą zawartość frakcji tchawiczno-oskrzelowej i pęcherzykowej. Spośród trzech typów stanowisk na stanowisku młynarza występuje największy udział najdrobniejszej frakcji pyłu, powstającego podczas mielenia ziarna.



Rys. 1. Przeciętny procentowy skład frakcyjny pyłu wdychanego dla poszczególnych stanowisk oraz punktów środowiska pracy w młynach przemysłowych.

Fig. 1. The average percent fractional composition of inhaled dust for individual work-stands and certain points of work environment in industrial mills

W celu oceny higienicznej warunków pracy należy odnieść się do wartości NDS dla pyłów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Najwyższe dopuszczalne stężenie dla pyłu całkowitego wynosi $4,0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, zaś dla pyłu respirabilnego $2,0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ dla pyłów o zawartości wolnej krystalicznej krzemionki poniżej 10%. Z badań prowadzonych w IMW wynika, iż pył zbożowy, który towarzyszy procesom przeładunku zboża do elewatorów zawiera 1,5-9% WKK, powstający w procesach czyszczenia zawiera do 5% składnika mineralnego SiO_2 , natomiast pył mączny powstający w trakcie przemiału ziarna i pakowania produktów posiadał domieszkę tego składnika w ilościach śladowych (maksymalnie do 2%). Źródłem tego składnika jest piasek z gleb uprawowych oraz kwas krzemowy zawarty w substancjach organicznych [Mołocznik 1981].

Oszacowany poziom średniego stężenia ważonego zarówno dla pyłu całkowitego jak i respirabilnego dla 8 godzinnej pracy na stanowisku młynarza w 3 badanych młynach nie przekracza normatywów higienicznych, a w jednym przypadku jest to niewielkie przekroczenie sugerujące dokonanie dodatkowych badań. W przypadku stanowiska pakowacza oraz operatora elewatora we wszystkich badanych młynach przemysłowych zostały przekroczone wartości NDS dla pyłu całkowitego, przy nie przekroczeniu wartości NDS dla pyłu respirabilnego (tabela 2). W przypadku narażenia na pył całkowity na stanowiskach pakowacza i operatora elewatora zanotowano przekroczenia od 2,5-krotności NDS nawet do 6,5-krotnego przekroczenia.

Tabela 2. Wartości stężeń średnich ważonych frakcji całkowitej i respirabilnej pyłu dla 8-godzinnej zmiany roboczej pracowników w młynach przemysłowych

Table 2. Weighted average concentration values for total and respirable dust fraction for 8-hour working shift of workers in industrial mills

Numer Zakładu	Frakcja wdychana [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]		
	młynarz	pakowacz	operator elewatora
MP1	4,41	11,46	27,50
MP2	3,24	10,50	21,10
MP3	3,73	17,10	27,50
MP4	3,49	13,30	16,94
	Frakcja respirabilna [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]		
	młynarz	pakowacz	operator elewatora
MP1	0,27	0,06	1,24
MP2	0,07	0,10	1,19
MP3	0,32	1,43	1,35
MP4	0,44	0,23	1,44

Wytłuszczenie oznacza przekroczenie wartości NDS.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły uzyskać wiedzę na temat poziomu zapylenia na różnych stanowiskach pracy w zakładach przetwórstwa zbożowego w województwie lubelskim.

Wyniki przeprowadzonych pomiarów stężeń frakcji wdychanej, tchawicznej i pęcherzykowej pyłu pozwoliły na oszacowanie procentowego rozkładu pyłu deponowanego

w poszczególnych odcinkach układu oddechowego na stanowiskach pracy w 4 wybranych młynach przemysłowych w województwie lubelskim.

Badania pyłu występującego w strefie oddechowej pracowników podczas wykonywania czynności roboczych na stanowiskach operatora elewatora, młynarza i pakowacza wykazały wysoką zawartość procentową frakcji pozatychawicznej w pyłe wdychanym. Pył ten deponowany jest w nosogardzieli, skąd jest usuwany dzięki mechanizmom samooczyszczania, wykazując również niższe powinowactwo patogenne. Spośród trzech typów stanowisk na stanowisku młynarza występuje największy udział najdrobniejszej frakcji pyłu.

Na stanowisku pakowacza oraz operatora elewatora we wszystkich badanych młynach przemysłowych zostały kilkukrotnie przekroczone wartości NDS dla pyłu całkowitego przy nie przekroczeniu wartości NDS dla pyłu respirabilnego. Na stanowisku młynarza w 3 z 4 z badanych młynów nie przekracza normatywów higienicznych dla pyłu wdychanego i respirabilnego. Ze względu na przekroczenia wartości NDS dla stężeń pyłu na badanych stanowiskach należy kontynuować badania w celu kontroli zapylenia w zakładach przemysłu zbożowego, co pozwoli na zaplanowanie odpowiednich środków profilaktycznych oraz na zmniejszenie narażenia pracowników na pył.

Bibliografia

- Burdorf A, Lillienberg L, Brisman J, Burdorf A., Lillienberg L., Brisman J.** 1994. Characterization of exposure to inhalable flour dust in Swedish bakeries. *Ann. Occup. Hyg.* 38 (1). s. 67-78.
- Dutkiewicz J., Skórska Cz., Mackiewicz B., Cholewa G.** 2000. Zapobieganie chorobom wywołanym przez pyły organiczne w rolnictwie i przemyśle rolnym. IMW Lublin. ISBN 83-7090-065-8.
- Moloczniak A.** 1981. Ocena zapylenia na stanowiskach roboczych związanych z wybranymi procesami produkcji zbożowej. *Roczniki Nauk Rolniczych t. C-75-2.* s. 224-242.
- Moloczniak A.** 1979. Narażenie na pył w dużych młynach przemysłowych o różnych systemach transportu technologicznego. *Medycyna wiejska.* XIV, 3. s. 181-188.
- Meijster T., Tielemans E., Patter N., Heederik D.** 2007. Modelling exposure in flour processing sectors in the Netherlands: a baseline measurement in the context of intervention program. *Ann. Occup. Hyg.* Vol. 51, No. 3. s. 293-304.
- Nieuwenhuijsen M J, Sandiford C P, Lowson D, Tee R D, Venables K M, McDonald J C, Newman Taylor A J.** 1994. Dust and flour aeroallergen exposure in flour mills and bakeries. *Occup Environ Med*; 51. s. 584-588.
- Szeffler J., Szorc J.** 2001. Badania zanieczyszczenia pyłem zbożowym wybranych stanowisk pracy w młynie i wskazanie zagrożeń wynikających z tego faktu. *Ekologia i Technika.* Vol. IX, nr 5. s. 156-159.
- Wdowiak L., Tietze M., Bojar I., Burchardt A.** 2007. Ocena sanitarno-higieniczna zapylenia środowiska pracy w zakładach przemysłu rolno-spożywczego. *Zdrowie Publiczne.* 117 (2). s. 138-143.
- PN-EN 481:1998. Atmosfera miejsca pracy. Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu. Polski Komitet Normalizacyjny.
- PN-EN 689:2002. Powietrze na stanowiskach pracy. Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa. Polski Komitet Normalizacyjny.

DUSTINESS LEVEL IN SELECTED GRAIN PROCESSING INDUSTRY PLANTS IN LUBELSKIE VOIVODESHIP

Abstract. The purpose of the research was to test dustiness at workplaces in grain processing industry plants. Dosimetric tests have been carried out at work-stands typical for a given plant, where potential exposure to dust exists during the execution of work. Measurement results have proven a high dustiness level. In all examined industrial mills at work-stands of packer and elevator operator, the Maximum Exposure Level values for total dust were exceeded. At the same time, the MEL value was not exceeded for respirable dust.

Key words: dustiness, grain dust

Adres do korespondencji:

Agnieszka Buczaj; e-mail: a.buczaj@o2.pl
Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych
Instytut Medycyny Wsi im. W.Chodźki
ul. Jaczewskiego 2
20-090 Lublin