

AGNIESZKA BUCZAJ

Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych
Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki w Lublinie

BADANIA POZIOMU ZAPYLENIA W WYBRANYCH MŁYNACH GOSPODARCZYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM

STUDIES OF THE LEVEL OF DUSTINESS IN SELECTED INDUSTRIAL MILLS
IN THE LUBLIN PROVINCE

Streszczenie. Celem realizowanego tematu było przeprowadzenie pomiarów zapylenia na stanowiskach pracy w młynach gospodarczych i określenie poziomu narażenia pracowników na pył zbożowo-mączny podczas wykonywania pracy. Badania były zlokalizowane w sześciu młynach gospodarczych na terenie województwa lubelskiego, prowadzących działalność związaną z przemiałem zbóż. Mierzono zapylenie na stanowisku młynarza, pakowacza i rozładunkowego. W młynach gospodarczych na wszystkich badanych stanowiskach zostały przekroczone normatywy higieniczne związane z pyleniem. Praca na tych stanowiskach wiąże się z bardzo dużym narażeniem na powstawanie chorób pyłopochodnych, co wynika z drażniącego i uczulającego działania pyłu mącznego.

Słowa kluczowe: zapylenie, młyn gospodarczy, pył zbożowy i mączny

Wstęp

Młyny gospodarcze są zazwyczaj zakładami prowadzącymi działalność na rynkach lokalnych, świadcząc usługi przemiału dla okolicznych rolników. Najczęściej czynności robocze wykonują sami właściciele, ewentualnie zatrudniają pomocnika. Niejednokrotnie właściciele i pracownicy takich młynów pracują także we własnych gospodarstwach rolnych. Wszystko to zwiększa ich ekspozycję na pył, zarówno rolniczy podczas prac gospodarczych, jak i zbożowo-mączny w młynie.

Z badań BUCZAJ (2008 b) prowadzonych w Instytucie Medycyny Wsi wynika, iż podczas prac związanych ze zbiorem zbóż kombajnem, z rozdrabnianiem ziarna, przeładunkiem i transportem ziarna występuje bardzo duże stężenie pyłu rolniczego.

Podczas pracy w młynach występuje ekspozycja pracowników na pył zbożowy i mączny, powstający podczas przyjęcia zboża, jego składowania, procesów czyszczenia i mielenia oraz pakowania mąki.

Podczas zbioru i młócenia zboża powstaje głównie pył zbożowy omlotowy, składający się z cząstek celulozy, osłonek ziarna, spor grzybów, ziaren skrobi oraz cząstek glebowych. Pył zbożowy powstający w magazynach i elewatorach zbożowych jest złożony z drobnych fragmentów źdźbeł i kłosów zbóż, cząstek owadów, spor grzybów oraz cząstek gleby. Pył typowo mączny, złożony z ziaren skrobi i białka zbożowego, powstaje podczas mielenia ziarna oraz pakowania mąki.

W pyłe zbożowo-mącznym stwierdza się dodatkowo obecność składnika mineralnego – krystalicznej krzemionki, której zawartość, według MOŁOCZNIK (1981), różni się w zależności od etapu produkcji towarzyszącego powstawaniu pyłu.

Ze względu na alergizujące i drażniące działanie pyłu zbożowego i mącznego praca w warunkach narażenia na jego oddziaływanie może powodować wiele chorób, takich jak np. astma, gorączka zbożowa, płuco młynarza (SMITH i LUMLEY 1996, DUTKIEWICZ i IN. 2000, WALUSIAK i PAŁCZYŃSKI 2002). Badania takich autorów, jak m.in. AWAD EL KARIM i IN. (1986), MASSIN i IN. (1995), GIMENEZ i IN. (1995), SMITH i IN. (2000), KAKOOEI i MARIORYAD (2005) wskazują na związek pomiędzy narażeniem pracowników młynów na cząstki pyłu a występowaniem objawów chorobowych.

W celu zapewnienia bezpiecznych warunków pracy w młynach zbożowych należy prowadzić pomiary czynników pyłowych występujących na stanowiskach pracy. Obecnie zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach pracy wykonuje się tylko pomiary dwóch frakcji pyłu: całkowitej oraz respirabilnej, a wyniki pomiarów odnosi się do istniejących normatywów higienicznych. Pył przedostaje się do układu oddechowego i jest tam osadzany i deponowany w różnych jego odcinkach. Działanie patogenne składników pyłu zachodzi nie tylko w pęcherzykach płucnych, lecz także w oskrzelach i oskrzelikach. Z tego względu, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 481:1998, ocenie powinna podlegać ekspozycja na frakcję wdychaną (cząstki wdychane przez nos i usta), pozatchawiczną (frakcja wdychana niewnikająca poza krtań), tchawiczną (frakcja wdychana wnikaąca poza krtań), tchawiczno-oskrzelową (frakcja wnikaąca głębiej poza krtań, lecz nie dostająca się do bezrzęskowych dróg oddechowych) i pęcherzykową (frakcja wnikaąca do pęcherzyków płucnych).

Celem realizowanego tematu było przeprowadzenie pomiarów zapylenia na stanowiskach pracy w młynach gospodarczych i określenie poziomu narażenia pracowników na pył zbożowo-mączny podczas wykonywania pracy.

Material i metody

Badania wykonano w latach 2007-2008 w sześciu młynach gospodarczych na terenie województwa lubelskiego, prowadzących działalność związaną z usługowym przemiałem zboża dostarczonego przez klienta. Młyny te prowadziły działalność w różnych okresach roku, zazwyczaj zależnie od zapotrzebowania okolicznych rolników. W badanych młynach pracowała jedna osoba pełniąca funkcję młynarza, a funkcje rozładunkowego zboża i pakowacza mąki pełnili sami klienci, najczęściej rolnicy.

Zakres badań obejmował pomiary stężeń wagowych poszczególnych frakcji pyłu (frakcja wdychana, pozatchawiczna, tchawiczna, tchawiczno-oskrzelowa, pęcherzykowa). Próbkę pobierano w strefie oddechowej pracowników podczas wykonywania czynności roboczych na stanowiskach:

- młynarza (nadzór nad przyjęciem zboża i pakowaniem mąki, dozór poszczególnych procesów produkcji mąki – czyszczenia, mielenia, przesiewania),
- pakowacza (pakowanie ręczne mąki ze skrzyni zsypowej do worków),
- rozładunkowego (ręczne zsypywanie zboża z worków do skrzyni zasypowej).

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

Pomiary stężeń wagowych pyłu prowadzono dla poszczególnych pracowników w trzech seriach. Obejmowały one kolejne 1-minutowe pomiary stężeń poszczególnych frakcji. Czas trwania wszystkich trzech serii pomiarowych łącznie wynosił od 15 do 30 min.

Wyniki i dyskusja

Wyniki pomiarów zapylenia

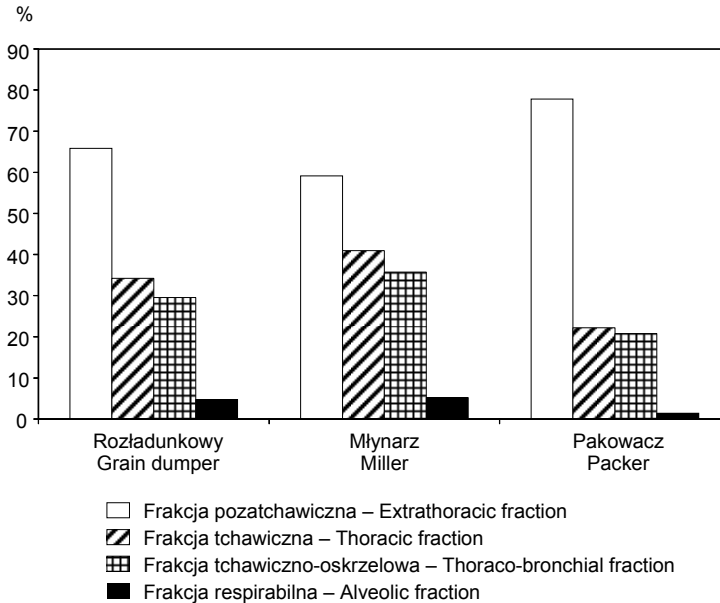
Wyniki pomiarów stężeń pyłu na stanowiskach pracy w badanych młynach gospodarczych uzyskane przez BUCZAJ (2008 b) przedstawiono w tabeli 1. Największe średnie stężenie frakcji wdychanej pyłu w badanych młynach zanotowano na stanowisku pakowania mąki: 52,52 mg/m³. Przy zsypywaniu zboża do skrzyni poziom pyłu wdychanego wyniósł 16,4 mg/m³, a dla młynarza – kształtował się na poziomie 17,44 mg/m³. W przypadku pyłu respirabilnego największe stężenie średnie zanotowano na stanowisku młynarza: 0,90 mg/m³.

Tabela 1. Wyniki pomiarów frakcyjnych stężeń pyłu na stanowiskach pracy w młynach gospodarczych (wartości średnie i rozrzut) (mg/m³)

Table 1. Results of measurements of dust fraction concentrations in local flour mills (mean values and dispersion) (mg/m³)

| Stanowisko pracy Workplace | Frakcja wdychana Inhaled fraction | | | Frakcja tchawiczna Thoracic fraction | | | Frakcja respirabilna Alveolic fraction | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------|--------|---|------|-------|---|------|------|
| | \bar{x}_g | min | max | \bar{x}_g | min | max | \bar{x}_g | min | max |
| Rozładunkowy Grain dumper | 16,4 | 14,4 | 19,28 | 5,61 | 4,9 | 7,38 | 0,78 | 0,62 | 1,21 |
| Młynarz Miller | 17,44 | 4,48 | 82,67 | 7,13 | 4,07 | 37,9 | 0,90 | 0,30 | 6,61 |
| Pakowacz Packer | 52,52 | 16,89 | 150,84 | 11,67 | 2,49 | 32,69 | 0,74 | 0,75 | 1,22 |

Na podstawie wyników pomiarów frakcji wdychanej, tchawicznej i respirabilnej, przedstawionych w tabeli 1, wyznaczono stężenia frakcji pozatchawicznej i tchawiczno-oskrzelowej oraz wyliczono przeciętny procentowy udział poszczególnych frakcji w pyłe wdychanym (rys. 1).



Rys. 1. Przeciętny procentowy skład frakcyjny pyłu wdychanego na poszczególnych stanowiskach w młynach gospodarczych
Fig. 1. Average percentage fraction contribution of inhaled dust at individual workplaces in local flour mills

Na wszystkich stanowiskach pracy udział frakcji pozatchawicznej w pyłe całkowitym okazał się największy (59,1-77,8%), przy najmniejszym udziale frakcji pęcherzykowej (1,4-5,2%). Na stanowisku pakowacza zanotowano największy spośród wszystkich trzech stanowisk udział frakcji pozatchawicznej i najmniejszy – frakcji tchawicznej, tchawiczno-oskrzelowej i pęcherzykowej, co świadczy o narażeniu na najgrubsze cząstki pyłu podczas pakowania mąki. Największe narażenie na najdrobniejszą frakcję pyłu zaobserwowano na stanowisku młynarza (5,4%). Największy udział frakcji tchawicznej i tchawiczno-oskrzelowej zanotowano również na stanowisku młynarza (40,9 i 37,5%), a nieco mniejszy – rozładunkowego (34,2 i 29,5%).

Ocena higieniczna warunków pracy

W celu oceny higienicznej warunków pracy należy odnieść się do wartości Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń dla pyłów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego o zawartości składnika mineralnego SiO_2 nie przekraczającej 10%, co wynika z badań MO-

ŁOCZNIK (1981). NDS dla pyłu całkowitego wynosi $4,0 \text{ mg/m}^3$, a dla pyłu respirabilnego – $2,0 \text{ mg/m}^3$ dla pyłów o zawartości wolnej krystalicznej krzemionki poniżej 10%.

Zaleca się, aby poziom narażenia pracowników na pył określać na podstawie poziomu średniego stężenia ważonego zarówno pyłu całkowitego, jak i respirabilnego w odniesieniu do 8-godzinnego dnia pracy.

W przypadku młynów gospodarczych oszacowanie czasu narażenia na pył nie było możliwe. Wynika to z faktu, iż młyny te świadczą usługi rolnikom jedynie wtedy, kiedy jest takie zapotrzebowanie, i większość z nich pracuje okresowo, co kilka dni przez kilka miesięcy w roku, dlatego też w przypadku pracowników tych młynów o poziomie narażenia na pył możemy mówić jedynie na podstawie średnich stężeń dla badanych stanowisk.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, iż na badanych stanowiskach zostały przekroczone normatywy higieniczne, jeśli chodzi o pył.

Wysoki stopień zapylenia w zakładach przetwórstwa zbożowego potwierdzają również badania SZEFLERA i SZORCA (2001). Badania zapylenia w młynach zbożowych na świecie także wskazują na przekroczenia normatywów higienicznych przyjętych w danych krajach. MASSIN i IN. (1995) podają, że stężenie pyłu w młynach wschodniej Francji kształtuje się na poziomie $1\text{--}79 \text{ mg/m}^3$. Z kolei GIMENEZ i IN. (1995) podają, że stężenia pyłu całkowitego wynoszą od $5,43$ do $53,9 \text{ mg/m}^3$, a pyłu respirabilnego – od $0,16$ do $0,35 \text{ mg/m}^3$. Według NIEUWENHUIJSENA i IN. (1994) w młynach angielskich poziomy pyłu całkowitego wynoszą od $0,5$ do 17 mg/m^3 . Według danych KARPIŃSKIEGO (2003) około 44% przebadanych pracowników młynów w Kanadzie jest narażonych na stężenie pyłu w ilości ponad 10 mg/m^3 .

Należy jednak zaznaczyć, że przytoczone dane odnoszą się do stężenia ważonego dla 8-godzinnego dnia pracy, a badania były prowadzone w większości w dużych zakładach młynarskich. Dotychczas nie prowadzono odrębnych badań na temat środowiska pyłowego w małych młynach gospodarczych.

Podsumowanie

Stężenie pyłu w strefie oddechowej pracowników w młynach gospodarczych kształtuje się na wysokim poziomie, co jest związane często z brakiem lub niesprawnością systemów aspiracyjnych w zakładach.

Badania pyłu występującego w strefie oddechowej pracowników młynów podczas wykonywania czynności roboczych na stanowiskach rozładunkowego, młynarza i pakowacza wykazały dużą zawartość procentową frakcji pozatchawicznej we wdychanym pyłe. Pył ten jest deponowany w nosogardzieli, skąd jest usuwany dzięki mechanizmom samooczyszczania; wykazuje również mniejsze powinowactwo patogenne w nosogardzieli niż w dalszych odcinkach układu oddechowego, np. w tchawicy, oskrzelach, pecherzykach płucnych, stąd biologiczne oddziaływanie tej frakcji pyłu na organizm człowieka ma charakter głównie alergizujący i drażniący.

Największe narażenie na pył wdychany powstaje podczas pakowania mąki, co wiąże się z ręcznym wsypywaniem mąki do worków ze skrzyni zasypowej. Rolnik podczas pakowania mąki jest narażony przede wszystkim na pył mączny frakcji pozatchawicz-

nej, a podczas zsytywania zboża do skrzyni – na pył głównie zbożowy o większym udziale frakcji respirabilnej.

Podczas prac w zakładach młynarskich ekspozycja na pył zbożowy może się przyczynić do powstawania wielu chorób. Można sądzić, iż uzyskane wyniki badań pozwolą w przyszłości poszerzyć wiedzę o działaniu pyłu mącznego na organizm ludzki oraz pozwolą określić wpływ pyłu deponowanego w poszczególnych odcinkach układu oddechowego na stan zdrowia pracowników.

Literatura

- AWAD EL KARIM M.A., GAD EL RAB M.O., OMER A.A., EL HAIMI Y.A., 1986. Respiratory and allergic disorders in workers expose to grain and flour dust. *Arch. Environ. Health* 41, 5: 297-301.
- BUCZAJ A., 2008 a. Badania poziomu narażenia na pył pracowników zakładów przemysłu zbożowego w oparciu o poszerzone analizy frakcyjne. Temat statutowy IMW nr 2.16/07. Sprawozdanie z działalności IMW Lublin. IMW, Lublin.
- BUCZAJ A., 2008 b. Studies of the level of farmers' exposure to dust on private farms based on fraction analyses. *Ann. Agric. Environ. Med.* 15: 153-167.
- DUTKIEWICZ J., SKÓRSKA CZ., MACKIEWICZ B., CHOLEWA G., 2000. Zapobieganie chorobom wywołanym przez pyły organiczne w rolnictwie i przemyśle rolnym. IMW, Lublin.
- GIMENEZ C., FOUAD K., CHOUDAT D., LAUREILLARD J., BOUSCAILLOU P., LEIB E., 1995. Chronic and acute respiratory effects among grain mill workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 67: 311-315. [<http://www.springerlink.com/content/m40n084563576392>].
- KAKOUEI H., MARIORYAD H., 2005. Exposure to inhalable flour dust and respiratory symptoms of workers in a flour mill in Iran. *Iran. J. Environ. Health Sci. Eng.* 2, 1: 50-55.
- KARPIŃSKI E.A., 2003. Exposure to inhalable flour dust in Canadian flour mills. *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 18: 1022-1030.
- MASSIN N., BOHADANA A.B., WILD P., KOLOPP-SARDA M.N., TOAMAIN J.P., 1995. Airway responsiveness to metacholine, respiratory symptoms, and dust exposure levels in grain and flour mill workers in Eastern France. *Am. J. Ind. Med.* 27: 859-869.
- MOŁOCZNIK A., 1981. Ocena zapylenia na stanowiskach roboczych związanych z wybranymi procesami produkcji zbożowej. *Rocz. Nauk Roln. Ser. C* 75, 2: 224-242.
- NIEUWENHUIJSEN M.J., SANDIFORD C.P., LOWSON D., TEE R.D., VENABLES K.M., NEWMANTAYLOR A.J., 1994. Dust and flour aeroallergen exposure in flour mills and bakeries. *Occup. Environ. Med.* 51: 584-588.
- PN-EN 481:1998. Atmosfera miejsca pracy. Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu. PKN, Warszawa.
- PN-EN 689:2002. Powietrze na stanowiskach pracy. Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa. PKN, Warszawa.
- SMITH T.A., LUMLEY K.P.S., 1996. Work-related asthma in a population exposed to grain, flour, and other ingredient dusts. *Occup. Med.* 46: 37-40.
- SMITH T.A., PARKER G., HUSSAIN T., 2000. A study of flour millers. *Occup. Med.* 50: 25-29.
- SZEFLER J., SZORC J., 2001. Badania zanieczyszczenia pyłem zbożowym wybranych stanowisk pracy w młynie i wskazanie zagrożeń wynikających z tego faktu. *Ekol. Tech.* 9, 5: 156-159.
- WALUSIAK J., PAŁCZYŃSKI C., 2002. Choroby układu oddechowego u osób narażonych na pył mąki i ziaren zbóż. *Astma piekarzy*. Wyd. IMP, Łódź.

STUDIES OF THE LEVEL OF DUSTINESS IN SELECTED INDUSTRIAL MILLS IN THE LUBLIN PROVINCE

Summary. The objective of the study was the performance of measurements of dustiness at workplaces in industrial mills and determination of the level of employees' exposure to grain-flour dust at work. The studies were conducted in six industrial mills in the area of the Lublin province carrying out activity associated with milling cereals. Measurements of dustiness were performed at the workplaces of a miller, packer and unloader. In industrial mills, hygienic standards for dust were exceeded at all workplaces. Work at these workplaces is associated with high exposure to the development of dust-related diseases, in connection with the irritating and allergizing effect of flour dust.

Key words: dustiness, industrial mill, grain and flour dust

Adres do korespondencji – Corresponding address:

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

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

2.01.2012

Do cytowania – For citation:

*Buczaj A., 2012. Badania poziomu zapylenia w wybranych młynach gospodarczych w województwie lubelskim. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #25.*