

Czy ekspozycja na nieprzyjemne zapachy (odory) szkodzi zdrowiu człowieka?

Does exposure to unpleasant smells (odors) have a harmful effect on human health?

Aleksandra Michalak^{1 (a, b, c)}, Jakub Krzeszowiak^{1 (b, c)}, Krystyna Pawlas^{1, 2 (a, d)}

¹ Katedra i Zakład Higieny Uniwersytetu Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Kierownik Zakładu: dr hab. n. med. K. Pawlas, prof. nadzw.

² Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu.
Dyrektor: dr n. med. P.Z. Brewczyński

^(a) koncepcja

^(b) opracowanie tekstu

^(c) zebranie piśmiennictwa

^(d) merytoryczny nadzór nad ostateczną wersją artykułu

STRESZCZENIE

Odory stanowią mieszaninę lotnych substancji chemicznych (organicznych i nieorganicznych), określaną jako złowonne gazy, które wyczuwalne są nawet przy niskich stężeniach (niskie progi wyczuwalności). Wśród nich znajdują się takie związki chemiczne, które poprzez stymulację nerwu trójdzielonego mogą powodować podrażnienia błon śluzowych nosa, gardła i oczu. U niektórych osób w wyniku ekspozycji na odory dochodzi do nasilenia objawów psychosomatycznych. Źródłem uciążliwych zapachów mogą być zarówno procesy zachodzące naturalnie w przyrodzie (np. rozkład materii organicznej), jak i wynikające z działalności człowieka (oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, hodowle trzody chlewnej). Emisja odorów często wykracza poza teren tego typu zakładów, narażając na ich oddziaływanie lokalną ludność. Jej skargi motywują do prac mających na celu stworzenie jednolitych kryteriów zapachowych oraz skłaniają do badań nad wpływem nieprzyjemnych zapachów na zdrowie człowieka.

Słowa kluczowe: ekspozycja, odor, zdrowie

ABSTRACT

Odors are a mixture of volatile chemicals (organic and inorganic compounds), known as unpleasant gases which are perceptible even at low concentrations (low odor threshold). Chemicals which cause irritation of the mucous membranes of nose, throat and eyes through stimulation of the trigeminal nerve are among them. In some people psychosomatic symptoms occur as a result of exposure to odor. The sources of odors may be processes naturally occurring in nature (e.g. distribution of organic matter) and effects of human activities (sewage treatment plants, landfills, farms pigs). Emission of odors often goes beyond odor generating plants exposing the local population to their impact. Complaints of people motivate to create uniform criteria of smell and to study impact of odors on human health.

Key words: exposure, odor, health

WSTĘP

Odczuwanie zapachu, czyli wrażenie węchowe towarzyszy wielu dziedzinom życia codziennego człowieka. W zależności od indywidualnych uwarunkowań estetycznych, zapach może się podobać lub nie. Istnieją jednak takie mieszaniny związków

chemicznych (np. powstające podczas rozkładu martwej materii organicznej), których nie można uznać za przyjemne [1].

W najdawniejszych czasach odory pełniły rolę ostrzegawczą. Chociaż nie uznawano ich za bezpośrednią przyczynę dolegliwości chorobowych, to miały sygnalizować emisję szkodliwych czynników

dla zdrowia człowieka [2]. W połowie XIX wieku, zaczęto wiązać zanieczyszczenia powietrza mikroorganizmami z emisją nieprzyjemnej (najczęściej siarkowej) woni [3]. Podczas epidemii cholery i gruźlicy, pracownicy perfumerii byli uznawani za bardziej odpornych na infekcje, ponieważ tylko narażenie na nieprzyjemny zapach miało inicjować rozwój chorób zakaźnych. Wraz ze wzrostem skarg ludności narażonej na odory, zaczęto bardziej się nimi interesować. Pierwsze urządzenia do pomiaru progów zapachu pojawiły się pod koniec XIX wieku, jednakże największy rozwój badań nad odorami miał miejsce w ciągu ostatnich 25 lat. Stworzono wtedy różne metody pomiaru percepcji zapachowej (testy zapachowe – Hiszpania, Wielka Brytania, Japonia), które do dziś są stosowane i udoskonalane [4]. Jednakże wciąż do końca nie wyjaśniono mechanizmu oddziaływania odorów na zdrowie człowieka. Środowisko naukowe jest podzielone między zwolenników inicjacji schorzeń wywołanych emisją odorów oraz badaczy wskazujących jedynie na rolę psychosomatyczną oddziaływania nieprzyjemnych zapachów.

Celem niniejszego artykułu jest analiza związku narażenia na odory z zaburzeniami zdrowotnymi zgłaszanymi przez osoby ekspozowane, a zatem znalezienie odpowiedzi na pytanie: czy ekspozycja na nieprzyjemne zapachy rzeczywiście szkodzi zdrowiu człowieka?

ODORY – CHARAKTERYSTYKA

Odory według definicji są to na ogół nieprzyjemne, uciążliwe zapachy, będące mieszaniną różnych lotnych substancji chemicznych, wyczuwalnych nawet przy niskich stężeniach. Ich pochodzenie można podzielić na: naturalne, związane z procesami zachodzącymi w przyrodzie (m.in. rozkład martwej materii organicznej, opary z terenów bagiennych) oraz wynikające z działalności gospodarczej człowieka (zakłady utylizacji odpadów, chów i hodowla zwierząt, przemysł spożywczy i gastronomia, przemysł chemiczny i farmaceutyczny) [5]. Natomiast odorantami nazywamy wszystkie te związki chemiczne (zanieczyszczenia zawarte w powietrzu), które poprzez pobudzenie komórek nabłonka węchowego, dają wrażenie zapachu [6]. Do substancji odorotwórczych zalicza się przede wszystkim: związki siarkowe (siarkowodór, merkaptan metylu lub etylu, siarczek dimetylu), azotowe (amoniak, skatol, pirydyna), aldehydy i ketony (aceton, aldehyd octowy, metyloetyloketon) oraz lotne kwasy tłuszczowe (kwas octowy, kwas masłowy). W znaczących stęże-

niach wywołują zatrucia organizmu człowieka (toksyczny efekt), natomiast przy niskiej ich zawartości w powietrzu, ale powyżej progu zapachu, mogą powodować podrażnienia błon śluzowych oczu, nosa i gardła [7].

W produkcji uciążliwych zapachów biorą udział także mikroorganizmy, uczestniczące w rozkładzie martwej materii organicznej (np. rozkład węglowodorów: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*; rozkład węglowodanów: *Eubacteriales*, *Actinomyceles*; rozkład białek: *Micrococcus albus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus mycoides*). Tego typu przemiany węgla, azotu oraz siarki przyczyniają się do emisji odorów [8].

Wraz ze wzrostem ilości skarg osób ekspozowanych na nieprzyjemne zapachy, wzrasta zainteresowanie naukowców kwestią normalizacji (ustalenia norm) stężeń, częstotliwości występowania oraz intensywności emitowanych odorów. Głównym źródłem narażenia są przede wszystkim zakłady utylizacji odpadów (np. oczyszczalnie ścieków i kompostownie) oraz przetwórstwa rolno-spożywczego. Wciąż licznym dyskusjom poddawane są propozycje metodyki badań substancji odorotwórczych w powietrzu. W większości krajów rozwiniętych (np. Wielka Brytania, Niemcy, Austria, Dania, USA), regulacje prawne oceny zanieczyszczenia powietrza zapachami opierają się na metodach olfaktometrycznych. Wybierana jest grupa reprezentatywna populacji, cechująca się wymaganą wrażliwością zapachową (eksperti). Progiem wyczuwalności zapachu jest wzorcowe stężenie zapachowe, wyrażone w ou/m^3 – ang. *odour unit*, według obowiązującej w Europie normy: EN 13725:2003 (ocena ilościowa – olfaktometria dynamiczna; odorant odniesienia n-butanol). Ustalany jest standard imisyjny (na podstawie modelu dyspersji zapachowej), którego ilość przekroczeń jest także znormalizowana. Dopuszczalne są również metody oceny intensywności zapachu na podstawie przyjętej skali lub opisu słownego. Na chwilę obecną w Polsce nie ma uregulowań prawnych, dotyczących standaryzacji zapachowej jakości powietrza [9].

Najlepszym sposobem walki z odorami jest usunięcie lub modernizacja przyczyn/źródła ich emisji, czasem jednak jest to utrudnione lub nie przynosi wymaganých rezultatów, wtedy stosuje się metody dezodoryzacji gazów odlotowych. W tym celu wykorzystywane są metody biologiczne (biofiltracja przy wykorzystaniu mikroorganizmów, rozkładających zanieczyszczenia), środki maskująco-dezaktywujące (zmiana charakteru zapachu, neutralizacja) lub techniki plazmy niskotemperaturowej (konieczna identyfikacja gazów odlotowych) [5].

ODORY – ODDZIAŁYWANIE NA ZDROWIE

Według Schiffmana [10], negatywnie oddziałujące na zdrowe człowieka (podrażnienie błon śluzowych nosa, oczu i gardła, ból głowy, gardła, nudności, biegunka, chrypka, kaszel, duszności, kołatanie serca, senność, ataki paniki, stres, zawroty głowy) są przede wszystkim zapachy, pochodzące z rozkładu martwej materii organicznej oraz odchodów zwierzęcych. Zaproponował on trzy paradygmaty inicjacji dolegliwości chorobowych, wywołanych ekspozycją na odory:

- pojawienie się skutków zdrowotnych po przekroczeniu progów toksyczności emitowanych substancji zapachowych,
- pojawienie się dolegliwości chorobowych już po przekroczeniu progu zapachu,
- pojawienie się zaburzeń zdrowotnych w wyniku ekspozycji na mieszaninę zapachów, z których jeden odpowiada za wskazane dolegliwości.

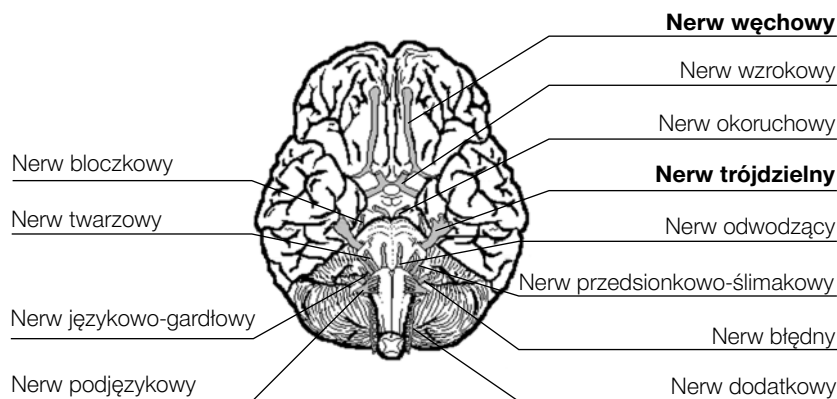
System węchowy jest swoistym mechanizmem obronnym organizmu człowieka. Pierwszy nerw czaszkowy: nerw węchowy przetwarza docierające zapachy i je interpretuje, natomiast stymulacja nerwu trójdzielnego odbierana jest jako podrażnienie (*chemesthesis*) [11] (ryc. 1 [12]). Ma on swoje odgałęzienia w oczach, jamie nosowej oraz ustnej, stąd szczególnie ich wrażliwość na substancje drażniące. Nie zawsze jednak w skład tego typu chemikaliów wchodzi substancje zapachowe, np. dwutlenek węgla, mimo że nie jest wyczuwalny, stymuluje nerw trójdzielny. Odczuwanie *chemesthesis* dla wonnych

substancji, mieści się w zakresie między progiem zapachu a progiem toksyczności [7]. Z przeglądu literaturowego dokonanego przez Shustermana, drażniące substancje zapachowe wywołują u ekspozowanych osób odruchy obronne ze strony dróg oddechowych, w postaci kaszlu, skurczu oskrzeli oraz płytkich szybkich oddechów [13].

Według Hodgsona [14] wielokrotna oraz wydłużona w czasie ekspozycja na drażniące substancje zapachowe, wywołuje reakcję zapalną w narażonej tkance, której towarzyszą następujące objawy: zaczerwienienie, gorączka, obrzęk i ból. Dolegliwości te na ogół ustępują po eliminacji źródła emisji odorów, czasami jednak przy wysokich ich stężeniach mogą nastąpić nieodwracalne zmiany [7]. Dochodzi do zapalenia tchawicy, lub oskrzeli, chemicznego zapalenia płuc, obrzęku płuc, a nawet odmy [13].

Niektóre osoby cechuje także większa wrażliwość zapachowa na różne substancje (MCS – *multiple chemical sensitivity*), często niewyczuwalne przez ogół populacji, najprawdopodobniej zainicjowana wielokrotną stymulacją układu węchowego i nerwu trójdzielnego [7]. Potwierdzają to wyniki niemieckich badań [15]. Wykazały one również, że przy niskiej intensywności odorów dochodzi do lepszego ich rozróżnienia niż w przypadku narażenia na wyższe ich stężenia w powietrzu.

Występowanie MSC może mieć pochodzenie biogenne (ekspozycja na odory emitowane z odpadów biologicznych) lub psychogenne (strach przed szkodliwością oddziaływania zapachów). Na obecną chwilę nie można jednak wskazać jednoznacznego mechanizmu determinującego istnienie wskazanej wrażliwości [7].



Ryc. 1. Schemat nerwów czaszkowych ze wskazaniem na umiejscowienie nerwu węchowego i trójdzielnego, uczestniczących w odbieraniu zapachów (rozpoznanie i interpretacja; podrażnienie) [12]

Fig. 1. Cranial nerves diagram indicating location of the olfactory and trigeminal nerves engaged in perception of smells (recognition and interpretation; irritation) [12]

Różnice wrażliwości zapachowej mogą wynikać z wieku osób ekspozowanych (ludzie starsi – niska wrażliwość), płci (kobiety – większa wrażliwość zapachowa niż u mężczyzn) oraz narażenia na dym tytoniowy (niska wrażliwość u palaczy). Mechanizmy inicjacji dolegliwości chorobowych osób ekspozowanych na nieprzyjemne zapachy najprawdopodobniej opierają się także na: wrodzonej awersji do odorów, zaostrzeniu istniejących zaburzeń zdrowotnych w wyniku ekspozycji na odory, podświadomym zapamiętaniu negatywnych skutków ich oddziaływania przy wysokim stężeniu, psychogenym wpływie lub stronnictwością osób objętych badaniem.

Już nawet małe dzieci mimiką twarzy okazują charakter zapachów: przyjemny lub nieprzyjemny, powodujący nudności. Wśród astmatyków ekspozowanych na drażniące zapachy może dojść do zaostrzenia objawów tej choroby. Częściej zaburzenia zdrowotne zgłaszają także hipochondrycy oraz osoby z zaburzeniami somatyzacji. Udowodniono także, że w wyniku jednorazowego narażenia na bardzo wysokie stężenia substancji zapachowych, przy późniejszym kontakcie ze znacznie niższymi ich poziomami w powietrzu, wśród osób ekspozowanych może dochodzić do ataków paniki (niepokój, światłowstręt, parastezje, częstoskurcz, omdlenia). Natomiast chroniczne narażenie na odory może wzmacniać stres, który inicjuje następujące objawy zdrowotne: bezsenność, spadek sprawności psychofizycznej, zaburzenia motoryki żołądka, wzrost ciśnienia krwi [13].

Z przeglądu literaturowego, jakiego dokonał McGliney [11] wynika, że odpowiedzialny za występowanie dolegliwości somatycznych jest przede wszystkim: czas ekspozycji na nieprzyjemne zapachy, jej charakter, intensywność oraz częstotliwość odczuwania odorów. Nawet perfumy mogą w końcu zacząć irytować, przy ciągłym ich wdychaniu.

Według Dalton [16] subiektywne doniesienia o dolegliwościach zdrowotnych potencjalnie powodowanych narażeniem na nieprzyjemne zapachy, należałoby poszerzyć o rzeczywiste miejscowe badanie podrażnienia błon śluzowych nosa (zaczerwienienie, wydzielanie śluzu), oczu (przy użyciu lampy szczelinowej – mruganie, łzawienie) i gardła (przekrwienie, zaczerwienienie), uwzględniając przy tym współistnienie innych czynników ryzyka [7, 16]. Ponadto oznaczenie pułapów zawartości substancji zapachowych w powietrzu, przy którym dochodzi do podrażnień, powinno być niezbędne do wyznaczenia dopuszczalnych ich stężeń zarówno w środowisku pracowniczym, jak i na sąsiadujących terenach [16].

NARAŻENIE NA ODORY NA TERENACH SĄSIADUJĄCYCH Z EMITERAMI (MIEJSCE ZAMIESZKANIA) ORAZ W ICH OBRĘBIE (ZAWODOWA EKSPOZYCJA)

Narażenie na nieprzyjemny zapach emitowany z różnych źródeł działalności człowieka jest jedną z najczęstszych przyczyn zgłaszania skarg przez pracowników oraz mieszkańców zamieszkujących tereny przyzakładowe. W ostatnich dwudziestu latach, wskazany problem wydaje się narastać. Większość krajów rozwiniętych wyznaczyła stosowne normy zapachowe (w Polsce wciąż brak uregulowań prawnych), niemniej jednak nie spowodowało to znaczącego spadku zgłaszanych zażaleń, ponieważ wielu spośród narażanych osób cechowała nadwrażliwość zapachowa. Dlatego wciąż poszukiwany jest właściwy model pomiaru zanieczyszczeń odorowych, według którego powinien być wyznaczony nieprzekraczalny pułap narażenia.

Według irańskich badań [17], wśród pracowników terenów wschodniej części Teheranu, najczęściej zgłaszanym problemem (87,7%) była uciążliwość zapachowa, powodowana sąsiedztwem okolicznych zakładów przemysłowych (przede wszystkim starej przetwórci oleju). Towarzyszyły jej następujące objawy: podrażnienie oczu i kłopoty ze snem, kaszel, duszności oraz zaburzenia żołądkowe. Większość badanych zgłaszała, że docierający zapach ma charakter siarkowy o znacznej intensywności. Udowodniono także, że narażenie na odory zmniejsza efektywność pracy respondentów (rozdrażnienie, spadek aktywności, negatywne emocje: $p < 0,001$; współczynnik korelacji rang Spearmana $R_s = 0,40-0,83$).

Duńskie badania [18] natomiast wykazały, że najbardziej kłopotliwe i drażniące są zapachy, w skład których wchodzi amoniak. Według wykonanych pomiarów, mieszkańcy terenów pozamiejskich, cechujących się przede wszystkim działalnością rolniczą oraz hodowlą zwierząt, narażeni byli na stężenia amoniaku w przedziale: $0,15-1,54 \text{ g/m}^3$. Spośród nich aż 46% osób zgłaszało uciążliwość zapachową. Wyniki tych badań mogą stanowić podstawę do ustalenia progów drażliwości zapachowej, wynikającej z dominacji amoniaku nad innymi odorantami.

Badania uciążliwości zapachowej wokół zakładów obróbki odpadów, są często niezbędne podczas planowania rozbudowy mieszkaniowej na przyległych terenach. Czego przykładem są pomiary wykonane przez Brudniaka ze wsp. [19]. Ocena uciążliwości zapachowej dokonywana była metodą sensoryczną intensywności zapachu przy użyciu skali punktowo-werbalnej oraz n-butanolowej (wzorce) w odległości

siegającej max. do 750 m od ogrodzenia analizowanej oczyszczalni ścieków. Badania dowiodły, że przy wiatrach wiejących od wskazanego zakładu, uciążliwość zapachowa była znaczna nawet w najodleglejszym punkcie pomiarowym. Wskazuje to na potrzebę zwiększenia zakresu obszarowego wokół zakładu, wolnego od zabudowy mieszkaniowej.

Fińskie badania [20] wykazały jeszcze odleglejszy, niż we wcześniej omawianym doświadczeniu, zakres percepcji zapachowej o dużej intensywności, sięgający powyżej 5 km od oczyszczalni ścieków (2–64% respondentów odczuwało odory). Wraz ze spadkiem odległości od analizowanych zakładów zwiększało się prawdopodobieństwo zarówno wyczuwania nieprzyjemnej woni (0–1,5 km: OR = 36; 0–3,0 km: OR = 18; 1,5–3,0 km: OR = 6), jak i drażliwości nia powodowanej (0–1,5 km: OR = 19; 0–3,0 km: OR = 12; 1,5–3,0 km: OR = 6,1). Odnotowano także ścisły związek wskazanych parametrów ze zgłaszanymi dolegliwościami chorobowymi. Zależność odległościowa tyczyła się następujących objawów: kaszlu, podrażnień nosa, suchości w gardle, gorączki, natomiast drażliwość zapachowa związana była z odczuwaniem: bólu stawów i mięśni, bólu zęba, nadmiernego zmęczenia, gorączki, suchości w gardle, podrażnień oczu oraz duszności [21].

W artykułach związanych z narażeniem zawodowym pracowników na odory, najczęściej poruszanym zagadnieniem jest właściwe wyznaczenie dopuszczalnych stężeń substancji zapachowych na terenie zakładu. Kanadyjscy naukowcy [22] bardzo wnikliwie podeszli do kwestii oddziaływania zapachów na zdrowie pracowników i wskazują na ciągłą potrzebę monitoringu stężeń lotnych związków nieorganicznych i organicznych na terenie zakładów. Przeprowadzili oni badania, w których na podstawie zgłaszanych dolegliwości: podrażnienia oczu, nosa i gardła, zaproponowali zmniejszenie kanadyjskiego dopuszczalnego stężenia formaldehydu w środowisku pracowniczym (*occupational exposure limit* – OEL) z 2 ppm (526/143 491 zgłoszeń drażliwości zapachowej) na 0,75 ppm (brak zgłoszeń negatywnych skutków zdrowotnych).

Polscy badacze, [23] w przeciwieństwie do kanadyjskich naukowców, wykazali u pracowników chronicznie narażonych na odory, wzrost (a nie spadek) progów odczuwania zarówno zapachu jak i smaku (zwłaszcza po pracy). Największe ryzyko wystąpienia zaburzeń wymienionych zmysłów dotyczyło pracowników oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.

Tymczasem holenderscy badacze [24] uważają, że należałoby potwierdzić subiektywne odczucia drażliwości zapachowej pracowników, dokładnymi

badaniami częstości występowania zapachów, ekspozycji na różne ich stężenia w odniesieniu do grupy referencyjnej. Dopiero na tej podstawie należy ustalić limity dopuszczalnych stężeń substancji zapachowych w środowisku pracowniczym.

Natomiast według przeglądu literaturowego, jakiego dokonała Dalton [25], dolegliwości chorobowe zgłaszane przez pracowników narażonych na odory, są także wynikiem ich cech osobowości oraz codziennego stresu. Przy ekspozycji na przyjemne zapachy, nie odnotowano bowiem spadku zgłaszanych zaburzeń zdrowotnych. Odnosząc się jednak do pracy McGlineya [11], ciągle wdychanie perfum również może prowadzić do irytacji zapachowej.

PODSUMOWANIE

Dotychczas opublikowane prace pokazały, że niektóre substancje zapachowe (przede wszystkim te o właściwościach drażniących) mogą powodować dolegliwości chorobowe wśród osób narażonych na ich oddziaływanie. Dochodzi do stymulacji nerwu trójdzielnego, czego wynikiem jest podrażnienie błon śluzowych nosa (katar), gardła (ból lub drapanie w gardle), oczu (łzawienie) oraz inicjacja reakcji obronnych organizmu ze strony dróg oddechowych człowieka (kaszel, duszności, płytkie oddechy). Tymczasem objawy psychosomatyczne takie jak: bezsenność, ataki paniki, światłowstręt, spadek sprawności psychofizycznej są w dużej mierze uwarunkowane cechami osobowości danej osoby, stresem wynikającym np. z narażenia na nieprzyjemne zapachy oraz ogólnymi problemami dnia codziennego. Nie jest to natomiast efekt toksycznego działania danego związku chemicznego. Niektóre osoby cechuje także nadwrażliwość na różne substancje zapachowe, jednakże jej mechanizm nie jest jeszcze dokładnie poznany. Wśród zaburzeń zdrowotnych zgłaszanych przez respondentów mieszkających na terenach sąsiadujących z emiterami odorów, wymieniane są zarówno objawy drażliwości zapachowej, jak i psychosomatyczne.

Kwestią sporną pozostaje ustalenie metod pomiaru i kryteriów dopuszczalnej ekspozycji na odory. Większość krajów rozwiniętych opiera badania na technikach olfaktometrycznych. W Polsce natomiast wciąż brakuje ujednoczonych uwarunkowań prawnych dotyczących standaryzacji zapachowej jakości powietrza.

Praca była prezentowana na XII Międzynarodowej Konferencji Naukowej PTMŚ: „Człowiek – Zdrowie – Środowisko”, Warszawa, 11–12 września 2014 r.

PIŚMIENNICTWO

1. Iłski K.: Semiotyka zapachów w starożytności. *Symbolae Philologorum Posnaniensium Graecae et Latinae* 2008; 18: 473-489.
2. Schiffman S.S., Williams C.M.: Science of odor as a potential health issue. *J Environ Qual.* 2005; 34(1): 129-38.
3. Cain W. S.: History of research on smell. (w:) Carterette E. C.: *Handbook of Perception. Tasting and Smelling.* Academic Press, Inc., New York 1978: 197-225.
4. Philpott C.M., Bennett A., Murty G.E.: A brief history of olfaction and olfactometry. *J Laryngol Otol.* 2008; 122(7): 657-62.
5. Ozonek J., Korniluk M., Piotrowicz A.: Uciążliwość zapachowa zakładów utylizacji odpadów zwierzęcych. *Rocznik Ochrona Środowiska* 2009; 11: 1191-1199.
6. PN-EN 13725:2007
7. Chrostowski P. C., Foster S. A.: Odor perception and health effects. MS CPF Associates, Inc. Takoma Park, MD 20912, 2003: 1-13.
8. http://www.pzits.not.pl/docs/ksiazki/Ekotoks_2008/Sowka%20409-414.pdf
9. Kapusta K.: Ochrona zapachowej jakości powietrza. Doświadczenia światowe w świetle potrzeby unormowań prawnych w Polsce. *Prace naukowe GIG Górnictwo i Środowisko* 2007; 4: 31-50.
10. Schiffman S.S., Walker J.M., Dalton P. i wsp.: Potential health effects of odor from animal operations, wastewater treatment, and recycling of byproducts. *J Agromedicine.* 2004; 9(2): 397-403.
11. McGliney M. A.: The „Gray Line” Between Odor Nuisance and Health Effects. *Air & Waste Management Association 92nd Annual Conference: St. Louis, MO 20-24 June 1999.*
12. <http://www.gwc.maricopa.edu/class/bio201/cn/cranial.htm>
13. Shusterman D.: Critical review: the health significance of environmental odor pollution. *Arch Environ Health.* 1992; 47(1): 76-87.
14. Hodgson E., Mailman R. B., Chambers J. E. *Dictionary of Toxicology.* Groves Dictionaries, Inc. New York.
15. van Thriel C., Kiesswetter E., Schäper M. i wsp.: Odor annoyance of environmental chemicals: sensory and cognitive influences. *J Toxicol Environ Health A.* 2008; 71(11-12): 776-85.
16. Dalton P.: Upper airway irritation, odor perception and health risk due to airborne chemicals. *Toxicol Lett.* 2003; 11 (140-141): 239-48.
17. Monazzam M. R., Avishan M., Asghari M. i wsp.: Assessment of Odor Annoying Impacts on Trade and Serving Centers Close to a Vegetable Oil Manufacturing Plant. *Curr World Environ.* 2012; 7(2): 191-200.
18. Blanes-Vidal V., Nadimi E.S., Ellermann T. i wsp.: Perceived annoyance from environmental odors and association with atmospheric ammonia levels in non-urban residential communities: a cross-sectional study. *Environ Health.* 2012; 18: 11:27.
19. Bojanowicz-Bablok, A.: Efekty zewnętrzne związane z uciążliwością składowisk dla otoczenia. *Arch. Gosp. Odpad. Ochr. Środ.* 2012; 14 (1): 11-19.
20. Aatamila M., Verkasalo P.K., Korhonen M.J. i wsp.: Odor annoyance near waste treatment centers: a population-based study in Finland. *J Air Waste Manag Assoc.* 2010; 60(4): 412-8.
21. Aatamila M., Verkasalo P.K., Korhonen M.J. i wsp.: Odor annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres. *Environ Res.* 2011; 111(1):164-70.
22. Noisel N., Bouchard M., Carrier G.: Evaluation of the health impact of lowering the formaldehyde occupational exposure limit for Quebec workers. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2007; 48(2): 118-27.
23. Dzaman K., Wojdas A., Rapijko P. i wsp.: Taste and smell perception among sewage treatment and landfill workers. *Int J Occup Med Environ Health.* 2009; 22(3): 227-34.
24. Arts J.H., de Heer C., Woutersen R.A.: Local effects in the respiratory tract: relevance of subjectively measured irritation for setting occupational exposure limits. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006; 79(4): 283-98.
25. Dalton P.H., Jaén C.: Responses to odors in occupational environments. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2010; 10(2): 127-32.

Adres do korespondencji:

*mgr Aleksandra Michalak
Katedra i Zakład Higieny Uniwersytetu Medycznego
im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
ul. J. Mikulicza-Radeckiego 7, 50-368 Wrocław
e-mail: aleksandra.michalak@umed.wroc.pl
tel. 71 784 15 07*