

# Złowonne gazy

## w środowisku pracy

doc. dr hab. ZBIGNIEW MAKLES  
dr inż. MAGDALENA GALWAS-ZAKRZEWSKA  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

W artykule opisano związki chemiczne określane jako substancje wywołujące nieprzyjemne odczucia węchowe charakteryzowane słowem odór, fetor lub smród, często też zwane gazami złowonnymi. Powstają one w środowisku w różnych warunkach i jako połączenia lotne przechodzą do powietrza. Wyjątkowa ich uciążliwość może występować w miejscach pracy, powodując dyskomfort przebywających tam ludzi, a przy dłuższych ekspozycjach stwarzając poważne zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka.

### *Malodorous gases in working environment*

This article describes chemical compounds that induce an unpleasant olfactory impression. These malodorous gases are called odor, stink, stench or reek. They appear in the environment in various conditions. As volatile compounds they shift into the air. Their onerous presence in the workplace causes discomfort for workers and in prolonged exposure they can cause serious health problems.

### *Wstęp*

Źródeł pochodzenia gazów złowonnych należy się doszukiwać w procesach zachodzących w naturze i w działalności człowieka. Wchodzące w ich skład lotne związki chemiczne, należą do połączeń nieorganicznych i organicznych. Naturalne odory są wprowadzane do środowiska w wyniku działalności wulkanicznej planety, rozkładu materii przez mikroorganizmy, pożarów lasów i stepów, emisji gazów złowonnych przez tereny bagniste, a także w wyniku erozji słonecznej i wietrznej minerałów. Odory te zawierają zazwyczaj atomy siarki, azotu, tlenu, fosforu itd. Gazy pochodzenia antropogenicznego swoje źródło mają w procesach produkcyjnych, w których powstają dobra materialne (przemysł chemiczny, energetyczny, papierniczy, farmaceutyczny, metalurgiczny, przetwórstwa węgla i ropy, spożywczy i in.) oraz w wyniku spalania paliw, a także wytwarzania odpadów bytowych i ścieków. Tworzące się wówczas połączenia złowonne należą do wszystkich bez mała kategorii związków chemicznych, jak np. alkanany, aromaty, aldehydy, ketony, etery i estry, kwasy, aminy, tiole, sulfidy, nitryle.

Nauka o zapachach, zwana olfaktologią, scala w sobie wiele elementów z zakresu biologii, biochemii, fizykochemii oraz fizjologii

i psychologii. Tworzone w niej teorie dążą do wyjaśnienia zależności między odczuciami zapachu a rodzajem i budową substancji zapachotwórczej. Przyjmuje się, upraszczając bardzo obraz przekazu, że odczucie zapachu zarówno przyjemne jak i odrażające ma swoje miejsce w fizjologii budowy zmysłu węchu, umieszczonego w górnej części nosa. Znajdujące się tam receptory węchu – olfaktoreceptory (u człowieka około 1000), będące zakończeniami komórek nerwowych, połączone bezpośrednio z opuszką węchową mózgu – organem reagującym na wrażenia węchowe, w wyniku docierania do nich lotnych cząstek substancji chemicznych zostają pobudzone. Pobudzenie to jest efektem przebiegu reakcji chemicznych zachodzących na zakończeniach nerwowych, prowadzących do wyzwolenia sygnału w formie impulsu elektrycznego. Sygnał ten dociera do mózgu i po przetworzeniu pojawia się w świadomości człowieka jako odczucie zapachu.

W życiu człowieka zmysł węchu odgrywa ważną, lecz nie pierwszoplanową rolę, jak zmysły wzroku czy słuchu. Tym niemniej, osłabienie lub utrata węchu w znaczący sposób zubaża naszą percepcję otoczenia, obniża ją o pewien nadzwyczaj ważny wymiar postrzegania otaczającego świata. Bodźce zapachowe, w przeciwieństwie do innych, docierają do mózgu relatywnie szybko. Wynika to z natury bliskiego usytuowania zmysłu węchu do centrum zarządzania czynnościami i świadomością – mózgu. Ta szybka reakcja ma kolosalne znaczenie w ochronie zdrowia i życia człowieka, jest przyczyną reagowania organizmu niejednokrotnie z pominięciem świadomości, natychmiastowo i odruchowo. Pojawienie się w otoczeniu człowieka złowonnego czynnika powoduje odczucie nieprzyjemne, wywołujące impulsy obronne organizmu objawiające się swoisty-

mi reakcjami, np. wzrostem ciśnienia krwi, zmianą tętna, podwyższonym poceniem się. W efekcie działania złowonnych lub przyjemnych zapachów mogą zachodzić w organizmie reakcje wpływające na przekrwienia pewnych narządów, uaktywniania się lub spowolnienia czynności gruczołów i organów. Oddychanie zanieczyszczonymi odorami powietrzem może wywoływać stany zmęczenia, senności, nadpobudliwości, odczucia odrazy itp.

### *Złowonne gazy, czyli odory*

Odorami nazywa się lotne związki chemiczne organiczne i nieorganiczne wyczuwane przez receptory węchowe przy bardzo niskich stężeniach i rejestrowane przez mózg jako nieprzyjemne. Ich graniczne, śladowe stężenia w atmosferze oceniane analitycznie metodami odorymetrii często nie są rejestrowane przez przyrządy lub nie są toksyczne, stąd brak dla nich ustalonych granicznych stężeń. Do oceny poziomu zanieczyszczeń powietrza odorami wykorzystuje się metodę subiektywną, organoleptyczną opartą na osobniczym odczuciu obecności substancji odoroczynnych. Metoda ta polega na ocenianiu zapachu powietrza przez wytypowaną grupę ludzi o „wyczulonym węchu” w odniesieniu do rozcieńczonych próbek wzorców zapachowych i ustalaniu granic odległościowych występowania zapachów. Ze względu na osobniczą wrażliwość na zapachy przyjmuje się, że próg wyczuwalności węchowej  $S_{pwm}$  (minimalne stężenie wyczuwalne przez zmysł powonienia) jest stężeniem, przy którym zapach jest wyczuwalny przez 50% osób w grupie reprezentatywnej dla populacji. Inną jednostką w odorymetrii jest jednostka zapachowa (jz) wyrażająca ilość substancji wzorcowej wprowadzonej do powietrza, zapewniająca uzyskanie progu wyczuwalności. Wzorcem tym jest n-butyl-

nol. Wprowadzony do metra sześciennego powietrza w ilości 123  $\mu\text{g}$  odpowiada 1  $\text{jz}/\text{m}^3$ , co jest równoważne  $S_{\text{PWW}}$ . Wybrane związki złowne, dla których  $S_{\text{PWW}}$  został określony (dla warunków  $P = 101,3 \text{ kPa}$  i  $T = 293 \text{ K}$ ) oraz inne z tej grupy substancji zaprezentowano w tabeli 1. (str. 14.)

Ważnym wskaźnikiem w odczuwaniu dyskomfortu, a nawet zagrożenia zdrowia jest zapachowy współczynnik bezpieczeństwa, wyrażany stosunkiem NDS (oznaczonego dla najkrótszych czasów) do  $S_{\text{PWW}}$ . Obliczony współczynnik pozwala podzielić substancje odorotwórcze na klasy bezpieczeństwa – najwyższą (A), gdy stosunek ten wyrażony jest liczbą  $> 500$  i najniższą (E), gdy wynosi on  $< 0,18$  (tab. 2. – str. 15.). Stosownie do powyższego indywidua chemiczne przypisano do tych klas (tab. 3. – str. 15.).

Podana w tej tabeli klasyfikacja zapachowego współczynnika bezpieczeństwa ma wiele zalet w zakresie kontroli stężeń zanieczyszczeń w powietrzu. Jednak w jej szerszym zastosowaniu praktycznym należy zachować umiar (adaptacja węchu). W odniesieniu do klas A, B i C nieobecność zapachu może wskazywać na brak zagrożeń zanieczyszczeniami chemicznymi (jednak tylko odnośnie do substancji odorotwórczych).

Dla klas E i D, czyli substancji o niskim i bardzo niskim współczynniku bezpieczeństwa, są bardziej korzystne z punktu widzenia ochrony zdrowia, gdyż odór jest natychmiast wyczuwalny, co wymusza bezwzględną konieczność stosowania odpowiednich środków ochrony zbiorowej lub indywidualnej pracownika, a tym samym zapewni wzrost standardu przebywania w środowisku pracy. Rysunek 1. (str. 15.) przedstawia klasyfikację zapachową zanieczyszczeń powietrza.

#### *Emisja związków odorotwórczych – unormowania prawne*

Uciążliwość odorów występujących w powietrzu i traktowanych jako zanieczyszczenia spowodowała, iż organy ustawodawcze, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, w ramach programów ochrony zdrowia i ochrony środowiska podjęły problem regulacji dopuszczalnych wielkości emisji zanieczyszczeń zapachowych, tworząc stosowne unormowania obowiązujące w przemyśle i rolnictwie, a także innych gałęziach gospodarki narodowej. W Polsce problem ochrony zapachowej jakości powietrza został rozpoczęty przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych

i Leśnictwa w końcu lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Wykonano wówczas stosowne opracowania teoretyczne, badania oraz opracowano projekty norm zapachowej jakości powietrza. Wejście Polski do Unii Europejskiej doprowadziło do dostosowania naszego prawa do wymogów tej organizacji, a w efekcie do uchwalenia ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska [4, 5], która nałożyła na ministra środowiska i ministra zdrowia obowiązek wydania odpowiednich rozporządzeń określających standardy jakości powietrza i metody oceny zapachowej jakości powietrza.

Do obecnej chwili nie ma Polskich Norm dotyczących odorymetrii. Skutkuje to brakiem możliwości podejmowania przez odpowiednie organy decyzji w zakresie ograniczania wielkości emisji substancji zapachowych oraz nieskutecznością organów ochrony środowiska przy egzekwowaniu prawa w zwalczaniu przekroczeń poziomów substancji zapachowych w powietrzu. Należy spodziewać się, że jeszcze w tym roku ukaże się rozporządzenie ministra środowiska, w którym będą podane metody oceny jakości zapachowej powietrza, obejmujące:

- określenie wielkości emisji substancji złownych oraz obliczenia w oparciu o metodykę modelowania poziomów substancji zapachowych w powietrzu w  $\text{jz}/\text{m}^3$ , a także częstotliwości przekraczania dopuszczalnych poziomów substancji odorotwórczych
- terenową ocenę zapachowej jakości powietrza na podstawie pomiarów *in situ* oraz badania opinii lokalnej społeczności.

W badaniach ankietowych przewiduje się wykorzystanie dotychczasowych osiągnięć uzyskanych w Niemczech przy wykorzystaniu sześciopunktowej kategoryzacji uciążliwości zapachowej – *brak zapachu, brak uciążliwości, mała uciążliwość, uciążliwość, duża uciążliwość, skrajna uciążliwość*. Każdej z tych kategorii uciążliwości przyporządkowane są oceny oraz współczynnik wagi, co umożliwia obliczanie indeksu uciążliwości zapachowej.

Obecnie jest tłumaczona na język polski norma europejska, która jako PN-EN 12255-9 – *Oczyszczanie ścieków. Kontrola zapachów i wentylacja*, chociaż w części wypełni lukę w tym zakresie [5].

#### *Substancje złowne w środowisku pracy*

Złowne substancje zawierające pierwiastki – azot, siarkę, tlen i inne, jak wspomniano wyżej, mogą tworzyć się w sposób naturalny i sztuczny, przy czym te ostatnie zawsze są związane z działalnością człowieka.

Człowiek sam, w wyniku przebiegu procesów metabolicznych w jego organizmie, może być źródłem zanieczyszczenia powietrza w miejscu pracy. Emituje on bezwonny ditlenek węgla i wydziela pewne grupy związków zapachowych.



**fuj!**



Sztucznymi źródłami emisji odorów są różne gałęzie przemysłu, które ze względu na ich liczbę i wielkość stanowią poważny problem o znaczeniu regionalnym i krajowym. Do głównych źródeł emisji gazów złowonnych należy przemysł paliwowy, koksochemiczny, gazowniczy, celulozowy, chemiczny, spożywczy. Zalicza się do tej grupy także składowiska odpadów, spalarnie odpadów komunalnych i szpitalnych, oczyszczalnie ścieków komunalnych, hodowle bydła, trzody, ptactwa domowego, zwierząt futerkowych. Oto przykłady:

**Zagrożenia ze składowisk odpadów.** Składowiska odpadów komunalnych są swoistymi reaktorami związków złowonnych z grup pochodnych azotowych, siarkowych i tlenowych. Procesy biodegradacji organicznej masy składowiska zachodzące pod wpływem mikroorganizmów przebiegają w kilku fazach, wśród których faza przemian beztlenowych jest głównym źródłem substancji zapachowych. Ogólnie przyjmuje się, że substancje odorotwórcze powinny być niewyczuwalne w odległości powyżej 500 m od składowiska, a w odległościach 300 – 500 m na kierunku zgodnych z różą wiatrów tolerowane. W odległościach mniejszych – 50 do 300 m mogą być określane jako okresowo przykre [6].

Skład odorantów występujących w biogazie wysypiskowym jest urozmaicony. Są tam mono-, di-, i trimetyloaminy oraz ich etylowe analogi, siarkowodór, metano-, etano- i butanotiole, kwasy mrówkowy, octowy i propionowy oraz niższe alkohole – metanol, etanol i n-butanol. Uciążliwość zapachowa wymienionych gazów wyrażona przez  $S_{pww}$  jest różna (tabela 1), przy czym najbardziej uciążliwe zapachowo są siarkowodór i alkiolotiole.

**Zagrożenia w oczyszczalni ścieków komunalnych.** Unieszkodliwianie ścieków komunalnych jest procesem równie skomplikowanym w swoim przebiegu jak ma to miejsce w wysypiskach odpadów. Możliwość dotleniania ścieków przez aerację jest tym czynnikiem, który z jednej strony hamuje procesy beztlenowej degradacji, z drugiej strony powoduje intensyfikację wydzielania się złowonnych gazów do powietrza. Powstające w wyniku biodegradacji odory, swoim składem są zbliżone do biogazu wysypiskowego. Występują wśród nich siarkowodór, alkiolotiole, sulfidy i disulfidy alkiłowe, amoniak, aminy, indol, aldehydy i ketony, kwasy tłuszczowe.

**Zagrożenia w przemyśle paliwowym i przetwórstwa ropy naftowej.** Surowcem podlegającym przetwórstwu w tym przemyśle jest ropa naftowa. Niezależnie od jej pochodzenia jest ona zanieczyszczona siarką i jej związkami oraz substancjami smolistymi. Zawartość siarki w różnych gatunkach ropy może wahać się granicach od 0,5 do 9,6% wag., co powoduje, że produkty przerobu takiego surowca mogą zawierać różne

SUBSTANCJE ZŁOWONNE I ICH PROGI WYCZUWALNOŚCI WĘCHOWEJ [1-3]

*Olfactory detection thresholds of malodorous substances [1-3]*

Substancja (jej nazwy)	CAS	NDS	$S_{pww}$	Zapach
Aceton	[67-64-1]	600	31,40	eteryczny
Amoniak	[7664-41-7]	14	3,68	amoniakalny, drażniący
Benzenotiol Merkapto-benzen Tiofenol	[108-98-5]	2	0,00119	czosnku, wydzielin skunksa, odrażający, mdły
Butan-1-ol n-Butylowy alkohol n-Butanol	[71-36-3]	50	2,558	słodkavo zjełczały
Butanotiol, Merkaptan butylowy, Tiobutanol Butan-1-tiol	[109-79-5]	1	0,00364	gorczycy, gnijącej kapusty, wydzielin skunksa
Dimetyloamina n-Metylenometanoamina	[124-40-3]	3		amoniakalny, rybi
Dimetylosulfid Metylosulfid	[75-18-3]		0,00595	gnijących warzyw, kapusty, rzepy
Dietylosulfid Etylosulfid	[352-93-2]		0,0150	czosnku, gnijących warzyw
Dimetylo-disulfid Metylo-disulfid	[624-92-0]			capa (kozła)
Dietylo-disulfid Etylo-disulfid	[110-81-6]		0,0136	wydzielin skunksa, czosnku
Ditlenek siarki	[7446-09-5]	2		ostry
Etanol Etylowy alkohol	[64-17-5]	1900	160,94	słodkavo eteryczny
Etanotiol Etylowy merkaptan	[75-08-1]	1	0,00196	wydzielin skunksa, czosnku
Hydroksybenzen Fenol	[108-95-2]	0,2	0,156	fenolowy
Fluorowodór	[7664-39-3]	0,5	0,04	ostry
Indol 1-Benzoazol Benzopiroł	[120-72-9]		0,000156	gnijących białek, kału, fekaliiów
Kadaweryna 1,5-Diaminopentana 1,5-Pentanodiamina	[462-94-2]			gnijącego mięsa, trupi
Kwas butanowy Kwas masłowy	[107-92-6]		0,0147	zjełczanego masła, potu
Kwas propionowy Kwas propanowy Kwas etanokarboksyłowy	[79-09-4]	30	0,108	ostry, nieprzyjemny, zjełczały, drażniący
Kwas walerianowy Kwas pentanowy	[109-52-4]		0,0212	nieprzyjemny, potu, waleriany
Krezol (mieszanka krezoli)	[1318-77-3]	5	0,00312	ostry, odrażający
Metanol Metylowy alkohol Spirytus drzewny	[67-56-1]	100	133,30	czysty – alkoholowy, techniczny – cierpki, gryzący, kłujący
Metanotiol Metylowy merkaptan	[74-93-1]	1	0,00200	gnijących warzyw – kapusty, rzodkwi
Metyloamina	[74-89-5]	5	0,0258	amoniakalny, rybi
Pirydyna	[110-86-1]	5	0,276	spaleniźny
Propanotiol Propyltiol Propylowy merkaptan	[107-03-9]		0,00316	wydzielin skunksa, czosnku
Putrescyna 1,4-Tetrametyloamina 1,4-Butanodiamina	[110-60-1]			gnijącego mięsa, trupi
Skatol 3-Metyloindol	[83-34-1]		0,00308	kału, fekaliiów
Siarkowodór Sulfan	[7783-06-4]	10	0,0113	zgniłych jaj
Trietyloamina	[121-44-8]	3	0,3788	amoniakalny, rybi
Trimetyloamina	[75-50-3]	12	0,00108	amoniakalny, rybi

PODZIAŁ SUBSTANCJI ZŁOWONNYCH NA KLASY BEZPIECZEŃSTWA [1]

Safety factors of selected malodorous substances [1]

Zapachowa klasa bezpieczeństwa	Zapachowy współczynnik bezpieczeństwa [NDS/S <sub>PWW</sub> ]	Udział osób wyczuwających zapach w warunkach NDS	
A	> 500	> 90%	bez względu na obecność czynników utrudniających koncentrację
B	26 – 500	50 – 90%	
C	1 – 26	< 50%	w warunkach sprzyjających koncentracji
D	0,18 – 1	10 – 50%	
E	< 0,18	< 10%	

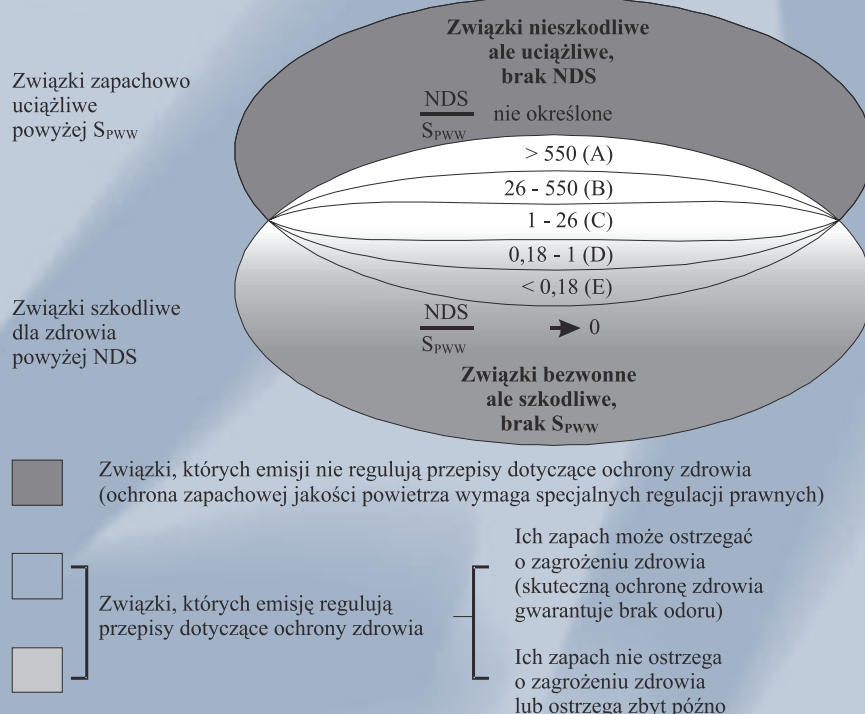
Tabela 2

PODZIAŁ WYBRANYCH SUBSTANCJI CHEMICZNYCH WEDŁUG KLAS ZAPACHOWEGO WSPÓŁCZYNNIKA BEZPIECZEŃSTWA [1]

Classification of chemical substances by olfactory safety factors [1]

A (12%)	B (33%)	C (30%)	D (12%)	E (13%)
akrylan metylowy i etylowy, aldehyd walerianowy, fosforyn trimetylu, m-krezol, etantioł, morfolina, siarkowodór, trimetyloamina	aceton, disiarczek węgla, eter dietylowy, fluorowodór	amoniak, chlor, chlorowodór, cyjanowodór	acetylen, benzen, fosforowodór	akrylonitryl, chlorek winylu, chloroform, tetrachlorek węgla

Tabela 3



Rys. 1. Klasyfikacja zapachowa zanieczyszczeń powietrza [1]  
Fig. 1. Olfactory classification of malodorous pollutants in the air [1]

ilości tego pierwiastka lub jego połączeń chemicznych. Przetwarzana w Polsce ropa charakteryzuje się dużą zawartością siarki, dochodzącą nawet do 2,15% wag. [2]. Skutkuje to tym, że w trakcie procesów technologicznych do otoczenia mogą przechodzić znaczące ilości związków siarki w postaci tioli, sulfidów i disulfidów alkilowych, aromatycznych oraz mono- i bicyklicznych, a także pochodnych tiofenu, a więc związków wyraźnie odorotwórczych. Stosowane

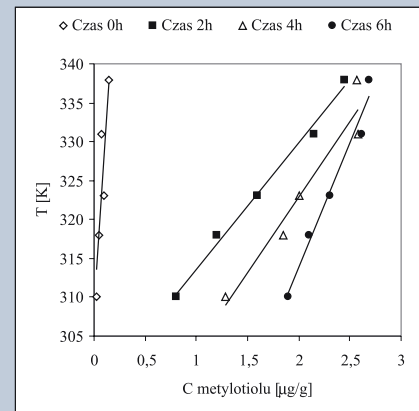
procesy technologiczne usuwania tych gazów nie zawsze prowadzą do zmniejszenia ich uciążliwości w efekcie zamiany związków bardziej złownych na mniej złowne. **Przemysł celulozowo-papierniczy.** Głównym źródłem złownych gazów w tym przemyśle są procesy wytwarzania celulozy siarczanowej, którym towarzyszy wydzielanie się do powietrza zanieczyszczeń odorotwórczych o nieprzyjemnej woni, powstających na skutek stosowania siarczków nieorganicznych

nych i ługów. W wyniku reakcji tych połączeń, a także w kolejnych fazach procesu ich reakcji z celulozą (odmetylowanie ligniny) powstają: siarkowodór, metylotiol, sulfidy i disulfidy alkilowe i dialkilowe, aceton, metanol, etanol związki terpenowe, olej talowy oraz inne substancje organiczne. Wyjątkowo duże stężenia złownych gazów wydzielają się w warzelniach w trakcie roztwarzania drewna oraz w wyparkach pulpy celulozowej.

**Przemysł spożywczy.** W tej gałęzi gospodarki głównymi „producentami” odorów są zakłady przetwórcze ryb i mięsa. W tych pierwszych substancjami złownymi są smrodliwe opary zawierające związki azowe, trimetyloaminę, putrescynę i kadawerynę, a także wonne połączenia siarkowe w postaci tioli. Odór towarzyszący przetwórstwu ryb jest znacznie potęgowany, gdy do produkcji trafia nieświeży materiał oraz z mączki rybnej, którą uzyskuje się z surowca gorszego gatunku. Złowne gazy w tym przemyśle powstają w wyniku biochemicznych i chemicznych przemian surowca składającego się z białkowych i niebiałkowych składników zawierających azot oraz tłuszcz rybi. Procesy technologiczne realizowane w tym przemyśle – gotowanie, wędzenie i suszenie produktu w znaczący sposób zwiększają emisję wymienionych odorantów.

Zakłady przetwórcze mięsa są emitarami złownych gazów, najczęściej pochodnych aminowych (putrescyna, kadaweryna) i siarkowych (siarkowodór, metylotiol). Powstają one w trakcie sterylizacji promieniowaniem gamma i gotowania mięsa. W przypadku metylotiolu jego stężenie ulegało wyraźnemu zwiększeniu wraz ze wzrostem czasu i temperatury gotowania (rys. 2.).

Innym źródłem nieprzyjemnych zapachów jest wytwarzanie kleju z odpadów zwierzęcych. Występujące w odpadach związki białkowe pod wpływem procesów technologicznych rozpadają się na niskocząsteczkowe zapachotwórcze połączenia.



Rys. 2. Wzrost ilości metylotiolu w mięsie wołowym, w funkcji czasu i temperatury gotowania  
Fig. 2. The increase in the amount of methylthiol in beef as a function of time and the temperature of boiling



Podobnie wygląda sprawa z otrzymywaniem kleju i mączki z odpadów rybnych. W obydwu przypadkach wydzielają się odory zawierające związki aminowe, siarkowe i tlenowe.

Związki zapachowe są nieodłącznie związane z usługami gastronomicznymi, handlem i usługami.

### Toksyczne działanie odorów na człowieka

Gazy złowne występujące w każdym środowisku pracy, zarówno wykonywanej w biurze, jak i na stanowiskach przemysłowych, tworzą swoistą mozaikę związków chemicznych, które zestawiono w tabeli 1.

W grupie związków azotowych znajdują się aminy alifatyczne – mono-, di- i trialkilaminy oraz aminy aromatyczne. Niższe aminy alifatyczne, takie jak metylo- i etyloamina na organizm człowieka oddziałują słabo. Wraz ze wzrostem masy molowej i liczby grup aminowych wzrasta działanie toksyczne, przy czym skierowane jest ono na centralny układ nerwowy (cun). Niektóre z nich wykazują działanie drażniące. W organizmie aminy alifatyczne podlegają biotransformacji do amoniaku, co zwiększa toksyczne działanie pod postacią wtórnego efektu neurotoksycznego.

Pochodne siarkowe – tiole i sulfidy oraz siarkowodór wchłaniają się przez płuca, słabiej przez skórę. Wydalane są w niezmięnionej formie przy oddychaniu oraz wraz z moczem po transformacji do siarczanów. W małych stężeniach wykazują odrażający zapach i w wyniku tego powodują występowanie nudności oraz bóle głowy. Przy wyższych stężeniach wywołują wymioty, biegunkę, białkomocz oraz pojawienie się krwi w moczu. Często pochodne siarkowe, np. siarkowodór powodują podrażnienie dróg oddechowych i oczu, wywołują śpiączkę połączoną z drgawkami, zwężenie źrenic, światłowstręt, sinicę, utratę świadomości. W dalszej kolejności porażają układ nerwowy, wywołując drgawki, a nawet zgon na skutek porażenia ośrodka oddechowego. Pochodne siarkowe uszkadzają komórki nerwowe oraz układ krwiotwórczy.

Tlenowe niższe kwasy alifatyczne są cieciami o ostrym zapachu, kwasy o średniej wielkości cząsteczki są oleistymi cieciami o przykryj woni. Są aktywnymi chemicznie związkami rozpowszechnionymi w przyrodzie. Działają drażniąco na śluzówki oka, skórę oraz drogi oddechowe. Wywołują oparzenia skóry i błon śluzowych. Wdychanie par wywołuje kaszel, duszności, wymioty i biegunkę.

### Podsumowanie

Związki odorotwórcze są nieodłącznym elementem procesów zachodzących w środowisku naturalnym, a także w środowisku pracy. O ile w procesach naturalnych wielkość ich emisji do otoczenia nie zagraża środowi-

sku, o tyle w procesach, które realizuje człowiek, ilości tworzonych odorów przekraczają możliwości regeneracyjne biosfery, a powstałe ich nadmiary prowadzą do wywoływania zjawiska dyskomfortu bytowego człowieka.

W działalności gospodarczej człowieka realizowanej w gałęziach przemysłu petrochemicznego, koksowniczego, gazowniczego, celulozowego, spożywczego i wielu innych obserwuje się znaczący wzrost emisji odorantów, powodujący zubożenie sfery przyjemnych odczuć człowieka i wręcz stwarzający zagrożenie dla jego komfortu oraz bytu w środowisku. Technologiczne przygotowanie człowieka, które umożliwi wykonywanie przez roboty większości czynności produkcyjnych generujących zagrożenia, nie jest jeszcze możliwe.

Skutecznym narzędziem w ochronie środowiska naturalnego i środowiska pracy jest m.in. właściwe prawo i sposób jego egzekwowania. Wprowadzenie w życie odpowiednich rozporządzeń w zakresie dopuszczalnych wielkości emisji gazów złownych, sposobów i metod ich badania oraz oceny zagrożeń będzie skutkowało wzrostem bezpieczeństwa zapachowego w środowi-

sku, miejscach pracy i bytowania. Trzeba jednak prowadzić ciągłe badania i rozwijać technologie skutecznie ograniczające emisję szkodliwych substancji chemicznych, w tym o szczególnie nieprzyjemnym zapachu.

### PIŚMIENNICTWO

- [1] Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszyński B. *Odory*. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2002
- [2] Rutkowski J. D. *Dezodoryzacja gazów odlotowych*. Monografia. IIOŚ Politechnika Wroclawska, Wrocław 1975
- [3] *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy*. D. Augustyńska, M. Pośniak (red.). CIOP-PIB, Warszawa 2003
- [4] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. DzU nr 62, poz. 627 z późn. zm.
- [5] Kulig A. *Metody pomiarowo-obliczeniowe w ocenie oddziaływania na środowisko obiektów gospodarki komunalnej*. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004
- [6] Bilitewski B., Härdtle G., Marek K. *Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka*. Wyd. Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2003
- [7] *Toksykologia*. Seńczuk W. (red.). Wyd. IV. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002


**Sprawdź wrześniową ofertę promocyjną**

**extranet**  
doskonała komunikacja

**studia podyplomowe**

## Bezpieczeństwo i Higiena Pracy




w Wyższych Szkołach Bankowych w Gdańsku, Toruniu i Wrocławiu



- Interaktywne formy zajęć (gry, case studies)
- Wykładowcy - praktycy
- Dodatkowe bezpłatne szkolenia
- Elastyczny system opłat
- Bezpłatne materiały dydaktyczne
- Forum wymiany doświadczeń zawodowych

„Studia pozwalają mi zdobyć dodatkowe umiejętności, które wykorzystam w pracy zawodowej. Wiedza przekazywana jest w bardzo przystępny sposób, poparta przykładami, ugruntowana poprzez wykonywanie ćwiczeń.”

**Łukasz Kolodziejczyk**  
Słuchacz studiów podyplomowych w WSIB w Gdańsku

 <p><b>Gdańsk</b> ul. Dębna Brama 8 tel. (58) 301 43 93 dps@polsk.wsb.pl</p>	 <p><b>Toruń</b> ul. Młodziejowa 31a tel. (56) 68 88 414 dps@wsb.torun.pl</p>	 <p><b>Wrocław</b> ul. Falczyców 29-31 tel. (71) 355 35 38 dps@wsb.wroclaw.pl</p>
---	--	--

[www.wsb.pl](http://www.wsb.pl) ••••• **IT&K od kariery**