
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. XVI, 37

SECTIO EE

1998

Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wydziału Zootechnicznego Akademii Rolniczej w Lublinie

LESZEK TYMCZYNA, LEON SABA,
ANNA CHMIELOWIEC-KORZENIOWSKA, JUSTYNA ERD

*Zanieczyszczenie powietrza aldehydami, alkoholami
i ketonami w fermie trzody chlewnej i jej otoczeniu **

Air Pollution with Aldehydes, Alcohols and Ketones in the Close Vicinity in a Pig
Farm and Its Surroundings

W ostatnich latach dostrzeżono, że równie dużym obciążeniem dla środowiska naturalnego, jak przemysł, mogą być фермы zwierząt hodowlanych. Istotnym problemem ekologii rolniczej stał się więc fakt wprowadzania do środowiska olbrzymich ilości biogenych związków organicznych, zwłaszcza azotu i fosforu. Jak dotąd dużo uwagi poświęcało się zanieczyszczeniom wprowadzanym do środowiska glebowego i wodnego. Tylko nieliczne prace (4,7,9) zwracały uwagę na to, że фермы hodowlane są emitorem szerokiej gamy związków gazowych o działaniu odorotwórczym i toksycznym, a często karcinogennym. Ich rodzaj i ilość zależy nie tylko od gatunku hodowanych zwierząt, ale także od żywienia, systemu utrzymania, sposobu usuwania odchodów, które mogą różnić się w zależności od warunków chowu. Wiele prac z tego zakresu opublikowano w Niemczech, gdzie już w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych podjęto próby eliminowania zanieczyszczeń gazowych powstających w budynkach inwentarskich przy użyciu filtrów i biofiltrów (1, 2, 3).

Do lepiej poznanych odorów należą związki azotowe i siarkoorganiczne, zaś mało poznane są tzw. gazy śladowe, których stężenia w powietrzu są dość niskie, lecz ogólna ilość emitowanych substancji do środowiska jest duża. Celem niniejszej pracy było określenie poziomu zanieczyszczeń gazowych wokół фермы trzody chlewnej ze szczególnym uwzględnieniem trzech grup: alkoholi, aldehydów i ketonów.

*Praca wykonana w ramach projektu KBN Nr 5 PO6H 026 13.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w okresie letnim i zimowym w fermie trzody chlewnej w województwie zamojskim o obsadzie 5200 świń.

Próbki powietrza pobierano do worków tedlarowych SKL za pomocą pompki NS-512. Łącznie wykonano 56 pomiarów w 7 punktach fermy: I – kojec tuczników, II – korytarz paszowy, III – kojec warchlaków, IV – między budynkami fermy, V – 100 m, VI – 200 m, VII – 500 m od granicy fermy. Próby powietrza poza fermą pobierano zgodnie z kierunkiem ruchu powietrza.

Pomiary stężenia alkoholi, aldehydów i ketonów przeprowadzono uwzględniając dodatnie i ujemne temperatury powietrza atmosferycznego oraz wilgotność i ruch powietrza.

Zawarte w próbach powietrza związki organiczne zagęszczano poprzez adsorbowanie ich na próbnikach typu Carbotrap 400 i następnie desorbowano przy użyciu zestawu do termicznej desorpcji TDU Model 890 firmy DAI Inc. do układu chromatograficznego typu HP Hewlett Packard z selektywnym detektorem płomieniowo-fotometrycznym (5).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Grupa alkoholi stanowiła bardzo szeroką gamę związków gazowych emitowanych z pomieszczeń fermy. W kojcach tuczników stwierdzono obecność dwunastu różnych związków zaliczanych do alkoholi. Znacznie niższe stężenia i ilości związków występowały w korytarzu paszowym i kojcach warchlaków (tab. 1 i 2).

W największym stężeniu w badanym obiekcie występował pentanol, zwany inaczej alkoholem amylovym – $70,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Alkohol ten jest najsilniejszym antyseptykiem w tej grupie związków. W powietrzu atmosferycznym wokół fermy stwierdzono jedynie niewielkie ilości dekanolu, undekanolu i dodekanolu. Pozostałe alkohole prawdopodobnie ulegały znacznym rozcieńczeniom w momencie kontaktu z powietrzem atmosferycznym i ich obecność była niewykrywalna nawet tak czułymi metodami chromatografii gazowej.

Pary alkoholi nawet w niskich stężeniach wywołują podrażnienia i nieżyty błon śluzowych, podrażnienie spojówek oczu, dermatozy, zwiększoną pobudliwość nerwową, bóle i zawroty głowy. Związki te mogą wywoływać również nudności, wymioty i biegunki. S e n i c z u k (8) zalicza je do substancji toksycznych, uszkadzających mięsień sercowy człowieka.

Większość oznaczonych w powietrzu alkoholi występowała jedynie w kojcach tuczników, co sugerowałoby źródło powstawania tych związków. W pozostałych miejscach pobrania prób powietrza nie występowały lub występowały w znacznie niższych stężeniach. Jedynie dekanol, undekanol i dodekanol był oznaczony w powietrzu atmosferycznym jeszcze w odległości 500 m od granicy fermy.

Podobne objawy toksycznego działania obserwuje się u ludzi narażonych na działanie ketonów: acetonu, heksanonu, nonanonu czy n-butanonu, których to obecność stwierdzono w analizowanych próbach powietrza (tab. 3). Aceton już w

stężeniu 25 ppm może powodować przewlekłe zapalenie spojówek, zapalenie gardła, oskrzeli i nieżyty żołądka (10). Związek ten, jak większość substancji gazowych zanieczyszczających powietrze wokół ferm zwierząt hodowlanych, nie jest objęty kontrolą. Określono jedynie najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) w miejscu pracy. Zgodnie z zaleceniami Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej NDS dla acetonu wynosi 200 mg/m^3 (11). Jest to poziom wielokrotnie wyższy niż stwierdzony w budynkach fermy. Najwyższe stężenie tego gazu stwierdzono w kojcach warchlaków, jednak trudno jest wytłumaczyć to zjawisko. Wśród ketonów w najwyższym stężeniu, zarówno w okresie letnim jak i zimowym, występował nonanon, odpowiednio $38,32$ i $74,92 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Wraz ze zwiększającą się odległością od budynków i terenu fermy poziom nonanonu zmniejszał się 10-20-krotnie. W odległości 500 m od fermy, czyli w ostatnim punkcie pomiarów, oznaczono tylko śladowe ilości acetonu, nonanonu i undekanonu. Pozostałe gazy były niewykrywalne.

Wśród aldehydów oznaczono aldehyd mrówkowy i octowy, furfural, benzaldehyd, octanal, nonanal oraz dekanal. Z danych przedstawionych w tab. 4 wynika, że rozkład aldehydów był nierównomierny i przypadkowy. Najwyższe stężenia osiągał aldehyd mrówkowy i octowy. Aldehyd mrówkowy, czyli formaldehyd, jest gazem silnie drażniącym błony śluzowe, w powierzchniowych warstwach komórek tworzy nieodwracalne połączenia z białkiem, stosowany jest jako środek dezynfekcyjny i grzybobójczy. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 12 lutego 1990 r. ustaliło dla aldehydu octowego i mrówkowego dopuszczalne średnioroczne stężenie w powietrzu na poziomie odpowiednio $2,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ i $3,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (6). Oznaczone wartości związków znacznie przekraczały ten próg. Najwyższą kondensację aldehydu octowego i mrówkowego zanotowano w okresie zimowym w kojcach tuczników - $17,37 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ i 100 m od granicy fermy latem i zimą $17,36 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ i $13,96 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Pozostałe związki ketonowe: furfural, benzaldehyd, octanal, nonanal i dekanal występowały w niewielkich stężeniach, głównie w pomieszczeniach dla zwierząt.

Podsumowując, należy stwierdzić, że zarówno związki ketonowe, aldehydy, jak również alkohole są gazami śladowymi i w analizowanym powietrzu występowały w nieznacznych stężeniach. Trudno jest zatem stwierdzić, czy w tych stężeniach oddziaływały toksycznie lub podrażniająco na organizm zwierząt. Należy jednak pamiętać, że gazy te nie występują samodzielnie, tworząc mieszaniny stanowią znaczne zanieczyszczenie powietrza, zwłaszcza w pomieszczeniach zwierząt gospodarskich. W alkierzowym systemie utrzymania zwierzęta są narażone na ciągłe przebywanie w zanieczyszczonym powietrzu. Nie można więc wykluczyć jednoznacznie negatywnego wpływu tego typu domieszek gazowych na stan zdrowia zwierząt i ludzi.

Tab. 1. Koncentracja alkoholi w powietrzu w okresie letnim ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Alcohol concentration in the air in the summer period ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Temp. powietrza	Miejsce pobrania nazwa związku	I		II		III		IV		V		VI		VII	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
$t = 22,8^\circ$ $f = 76\%$ $V = 0,3\text{m/s}^2$	pentanol	70,49	43,37	15,67	6,00	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	izobutanol	36,30	15,52	11,77	1,73	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	5,92	0,97	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	heksanol	8,07	0,65	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	metrylopentanol	5,02	0,9	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	heptanol	12,83	2,32	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	oknanol	14,69	2,03	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	alk. benzyłowy	9,05	0,67	n.w.	n.w.	4,39	0,33	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	etyloheksanol	2,02	0,47	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	3,41	0,19	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	octanol	8,56	2,59	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	dekanol	25,72	12,86	6,64	1,67	9,13	2,76	2,84	0,33	3,13	0,29	3,23	0,68	2,51	0,17
	undekanol	59,63	9,46	27,48	6,66	6,60	0,69	10,22	6,22	7,65	2,61	4,24	1,40	4,58	0,55
	dodekanol	3,54	0,79	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	2,58	1,41	1,81	0,27	n.w.	n.w.	2,86	1,36

Objaśnienia: I – 25 cm nad powierzchnią kojca tuczników, II – 1,5 m nad powierzchnią korytarza paszowego, III – 25 cm nad powierzchnią kojca warchlaków, IV – między budynkami fermy, V – 100 m od fermy, VI – 200 m od fermy, VII – 500 m od fermy, n.w. – obecność niewykrywalna.

Tab. 2. Koncentracja alkoholi w powietrzu w okresie zimowym ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alcohol concentration in the air in the winter period ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Temp. powietrza	Miejsce pobrania	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	nazwa związku	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
$t = 3,7^\circ$ $f = 77\%$ $V = 0,5\text{m}/\text{s}^2$	pentanol	54,78	11,22	27,43	2,57	3,99	0,83	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	izobutanol	31,10	3,77	8,48	2,71	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	heksanol	6,57	1,67	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	metylopentanol	4,31	0,24	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	heptanol	15,76	1,45	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	oknanol	12,82	2,37	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	alk. benzylowy	8,43	0,71	1,85	0,26	3,98	1,48	0,36	0,05	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	etyloheksanol	1,07	0,09	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	octanol	8,19	0,55	0,91	0,11	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	dekanol	23,84	5,47	6,17	1,84	12,06	1,46	3,78	0,87	2,23	0,36	2,01	0,25	1,16	0,06
	undekanol	44,72	3,55	20,83	3,41	5,54	1,37	8,67	0,53	7,56	1,54	4,18	0,86	4,84	0,78
	dodekanol	2,94	0,86	0,77	0,20	0,91	0,20	n.w.	n.w.	0,5	0,4	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.

Tab. 4. Koncentracja aldehydów w powietrzu w okresie letnim i zimowym ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Aldehyde concentration in the air in the summer and winter period ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Temp. powietrza	Miejsce pobrania nazwa związku	I		II		III		IV		V		VI		VII	
		X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
$t = 22,8^\circ$ $f = 76\%$ $V = 0,3\text{m}/\text{s}^2$	aldehyd mrówkowy, octowy	15,72	0,91	n.w.	n.w.	5,60	0,06	4,71	0,23	17,36	1,73	9,06	1,27	7,24	3,00
	furfural	4,05	0,08	n.w.	n.w.	15,27	1,46	5,03	2,54	2,99	0,80	7,98	0,87	5,19	0,12
	benzaldehyd	2,92	0,96	14,87	4,54	12,01	0,49	5,42	0,06	6,31	1,19	n.w.	n.w.	5,55	0,43
	octanal	0,48	0,16	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	3,51	0,08	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
	nonanal	0,75	0,09	6,69	2,64	7,39	2,92	2,66	0,02	n.w.	n.w.	3,54	0,93	2,85	0,20
	dekanal	15,03	4,06	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	0,70	0,09
$t = 3,7^\circ$ $f = 77\%$ $V = 0,5\text{m}/\text{s}^2$	aldehyd mrówkowy, octowy	17,37	3,51	3,62	0,18	7,78	1,37	3,69	0,42	13,96	1,96	8,13	2,63	8,25	3,94
	furfural	5,54	0,79	n.w.	n.w.	10,26	2,57	3,91	0,29	2,00	0,44	5,20	0,08	4,77	0,95
	benzaldehyd	4,33	0,26	10,17	1,81	9,28	1,15	4,82	2,02	5,53	1,32	1,16	0,39	3,46	1,96
	octanal	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	3,91	0,8
	nonanal	1,86	0,26	6,64	0,59	5,08	0,98	3,37	0,86	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	2,16	0,32
	dekanal	13,07	3,86	0,92	0,15	0,53	0,03	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.

WNIOSKI

1. Najliczniej reprezentowaną grupę stanowiły alkohole, które najwyższą koncentrację osiągały w kojach tuczników.

2. Stężenia aldehydu mrówkowego i octowego znacznie przekraczały dopuszczalne stężenie w powietrzu. Najwyższy poziom tych związków zanotowano w okresie letnim i zimowym w kojach tuczników, a także w odległości 100 m od granicy fermy.

3. Wśród ketonów najwyższe stężenie w kojach tuczników osiągał nonanon - $74,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zimą i $38,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ latem. Nonanon, aceton i undekanon utrzymywały się w powietrzu atmosferycznym nawet 500 m od granicy fermy.

PIŚMIENNICTWO

1. Brauer H.: Biologische Abluftreinigung. Chem. - Ing. - Techn., 56, nr 4, 279-286, 1984.
2. Hartung J.: Tentative Calculations of Gaseous Emissions from Pig Houses by Wag of the Exhaust Air: Elsevier Applied Sci. London, 54-58, 1988.
3. Jol A.: Eliminierung von Amoniak aus der Stallluft eines Tierhaltungsbetriebes mit Hilfe eines Biofilters. VDI Berichte nr 735, 267-275, 1989.
4. Pawlak K.: Porównawcza próba oceny zasięgu odorów odzwierzęcych w otoczeniu fermy trzody chlewnej. Międzynarodowa Sesja Higienizacja wsi, Kazimierz, 153-160, 1995.
5. Pearson C.D.: The Determination of Trace Mercaptans and Sulphides in Natural Gas Chromatography - Flame Photometric Detector Technique. J. Chrom. Sci., 14, 154-158, 1976.
6. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 12 lutego 1990 w sprawie ochrony powietrza przed zanieczyszczeniem.
7. Saba L., Sławon J., Tymczyńska L., Bis-Wencel H.: Emisja odorów siarkoorganicznych z ferm mięsożernych zwierząt futerkowych. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio EE, vol. 14, Lublin 1996.
8. Seńczuk W.: Toksykologia. Wyd. Lek., Warszawa 1994.
9. Tymczyńska L., Saba L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Bis-Wencel H.: Uwalnianie siarkoorganicznych odorów odzwierzęcych z fermy świń. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio EE, vol. 15, Lublin 1997.
10. Verschuere K.: Handbook of Environmental Data of Organic Chemicals. 2nd ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co., 1983.
11. Wykaz dopuszczalnych stężeń zalecanych przez MZiOŚ, EN-4433-1/77.

SUMMARY

The studies were carried out at a pig farm of 5200 animal stock over the summer and winter periods.

The measurements of alcohol, aldehyde and ketone concentrations in the air were made using a gaseous chromatograph with a flame detector.

The assessment of air gaseous composition showed that the alcohols made the most numerous group with the highest concentrations recorded at the animal pens. That points to a place of these compounds origination.

The concentrations of formaldehyde and acetic aldehyde exceeded considerably the concentrations acceptable in the air. The highest levels of these compounds were recorded throughout the summer and winter periods in both, the animal pens ($17.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) and in the air within the distance of 100 m from the farm boundary.

Out of the ketone group, nonane proved to obtain the highest concentration - $74.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the pens at the winter period and $38.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in the summer. Apart from acetone and undecanone, this gas maintained in the air even within 500 m from the farm boundary.

MARTA PIOLKA, TADEUSZ MAJEWSKI

Kształtowanie się poziomu lizozymu we krwi i narządach zwierząt żywionych dietą z dodatkiem azotanów, azotynów, fitazy i jedźwianu siewnego

Level of Lysozyme Activity in Tissues and Blood of Animals Fed on the Diet Supplemented with Nitrates, Nitrites, Phytase and Raw Plant Tea Seeds

Lizozym jest enzymem bakteriolitycznym, zaliczanym do β -1,4-N-acetylobenzamidaz (EC 3.2.1.17), występującym w organizmach zwierzęcych i roślinnych. Ten ważny składnik odporności bezkręgowców jest również ważnym elementem odporności u człowieka i wielu zwierząt należących do różnych grup kręgowców. Lizozym występuje w narządach, płynach fizjologicznych i wydalinach. Jego funkcje obronne i odpornościowe u zwierząt i człowieka nie zostały dotychczas w pełni poznane.

Wyniki badań ostatnich lat dowodzą, że nie tylko dieta zwierzęca, ale także warunki utrzymania i żywienia wywierają wpływ na poziom odporności zwierząt, powodując zmianę wrodzonego miana aktywności lizozymu surowicy krwi.

Stwierdzanie intensywnego nawożenia azotem w uprawach roślin powoduje koślawienie w częściach jadalnych zwierząt u dojrzewających zwierząt. Dostrzeżenie tego zjawiska nad zastosowaniem azotynów do celów żywieniowych i zdrowotnych organizmu zwierzęcego (10, 11). Należy się zastanowić nad wpływem związków azotowych na układ odpornościowy (12). W tym celu pomiar lizozymu we krwi i tkankach zwierząt.

Fitaza jest enzymem należącym do wydzielanych przez rośliny, składowych związków chemicznych. Fitaza jest wytwarzana przez bakterie grzyby, drożdże i rośliny. Występuje ona również w jelitach niektórych zwierząt. Enzym ten odrywa z łańcucha