

K. SZEBIETKO, W. GRAJEK, M. PIASECKI

*Akademia Rolnicza w Poznaniu*

## METODY USUWANIA ZAPACHU GNOJOWICY

Spośród wielu produktów ubocznych i odpadowych powstających w przemyśle rolno-spożywczym i rolnictwie gnojowica zalicza się do odchodów, który stwarza wiele trudności przy jej utylizacji. Specjalizacja produkcji zwierzęcej i jej koncentracja narzuca konieczność opracowania właściwych metod utylizacji olbrzymich ilości gnojowicy. Dotychczas jedynym praktycznie stosowanym sposobem zagospodarowania gnojowicy jest jej użycie do nawożenia i nawadniania pól. Szerokie wykorzystanie gnojowicy zwierzęcej do nawożenia organicznego gruntów ornych i użytków zielonych ograniczone jest jednak dwoma podstawowymi czynnikami, a mianowicie dużą ilością emitowanego do powietrza odoru oraz możliwością skażenia wód gruntowych i gleby szkodliwymi związkami chemicznymi.

Problem usuwania lub zmniejszania uciążliwego zapachu gnojowicy, mimo licznych badań, nie znalazł dotychczas pełnego rozwiązania od strony naukowej i technicznej. Największe trudności pod tym względem stwarza gnojowica świńska. Źródłem nieprzyjemnego zapachu jest nie tylko sama gnojowica ale również zbiorniki magazynowe, pola irygacyjne i pomieszczenia inwentarskie, w których przebywają zwierzęta.

Odór ulatniający się ze stanowisk dla zwierząt składa się z mieszaniny wielu związków zapachowych powstających w trakcie procesów beztlenowego rozkładu ekstrementów zwierzęcych oraz fermentacji gnojowicy, których charakter nie został dokładnie poznany. Zapach chlewni tworzony jest poprzez mieszanie się składników gazowych oraz oparów i pyłów pełniących w pewnej mierze rolę nośnika zapachu.

Obok typowych związków zapachowych wydzielane są także inne gazy jak:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  i  $\text{H}_2\text{S}$ . Już przy niewielkim stężeniu wchodzi one w reakcje ze związkami lotnymi, tworząc nowe kompozycje zapachowe. Koncentracje tych związków określono na  $10^{-90}\%$  objętościowych [7].

Większość tych związków jest trudna do identyfikacji i analizy ilościowej.

Szybkość i intensywność tworzenia się związków zapachowych zależy od temperatury, wilgotności powietrza, charakteru i składu chemicznego ekskrementów itp.

Największe zagrożenie dla człowieka i zwierząt stwarzają dwutlenek węgla, amoniak i siarkowodór. Dopuszczalne stężenia tych związków wynoszą odpowiednio  $9 \text{ mg/m}^3$ ,  $35 \text{ mg/m}^3$  i  $15 \text{ mg/m}^3$ ; natomiast wartości progowe wynoszą 0; 0,0053 i 0,000018‰ objętościowych [6].

Wśród związków emitowanych z gnojowicy do powietrza wykryto karbonyle, aldehydy, merkaptany, dwusiarczki, aminy i kwasy organiczne [6].

Wartość progowa tych związków jest bardzo niska i dochodzić może do  $10^{-14}$ ‰ objętościowych. Przykładowo dla kwasu masłowego wynosi  $1 \times 10^{-12}$ ; dla skatolu  $3,5 \times 10^{-13}$ ; dla beta-jononu  $5 \times 10^{-14}$ ; dla merkaptanu  $4,5 \times 10^{-14}$  [6]. Dane te świadczą o tym, że już niewielkie stężenia tych substancji mogą być uciążliwe.

Od szeregu lat prowadzone są badania nad metodami likwidacji lub ograniczenia emisji zapachu gnojowicy. Do miejsc o najwyższych stężeniach związków zapachowych należą chlewnie. Stąd też utrzymywanie warunków higienicznych poprzez mycie i dezynfekcję stanowisk hodowlanych ma zasadniczy wpływ na wielkość emisji zapachów. Według Misfelda [6] dla ograniczenia emisji zapachów stosowane mogą być następujące sposoby:

- rozcieńczanie powietrza odlotowego
- dodawanie środków maskujących zapach
- neutralizacja chemiczna związków zapachowych
- utlenianie (spalanie termiczne, aktywny tlen, ozon, promienie UV)
- środki biochemiczne
- stosowanie biofiltrów opartych na wykorzystaniu mikroflory i enzymów
- adsorbcja fizyczna i chemiczna
- kondensacja fizyczna na drodze wymrażania
- oddzielanie mechaniczne (filtry dla pyłów)
- stosowanie odpowiednich rozwiązań architektonicznych przy budowie budynków inwentarskich.

Do podstawowych sposobów zmniejszania uciążliwości zapachów należy obniżenie ich stężenia poprzez intensywniejsze przewietrzanie chlewni [3].

Wylot powietrza umieszczony w dachu po przeciwnej stronie od systemu otworów wprowadzających powietrze na poziomie podłogi winien mieć regulację otwarcia dla kontrolowania wielkości wymiany powietrza. Szybkość powietrza wylotowego nie może być mniejsza od 7 m/sek.

Możliwe jest to do uzyskania przez odpowiednią budowę systemu wentylacji. Wylot powietrza odlotowego winien znajdować się 1,5—2 m nad poziomem dachu, przy tym co najmniej 10 m powyżej poziomu podłogi lub 5 m powyżej najwyższego budynku leżącego w promieniu 50 m od chlewni. Należy zaznaczyć, że zawartość związków zapachowych nad

urządzeniami odprowadzającymi gnojowicę i zbiornikami magazynowymi, szczególnie w okresie letnim jest bardzo wysoka i przewyższa nawet pod tym względem chlewnie.

Zmieszanie obciążonego powietrza wylotowego ze świeżym powietrzem w celu „rozcieńczenia zapachu może być przeprowadzone dwoma sposobami:

— poprzez doprowadzenie świeżego powietrza dodatkowym wentylatorem

— poprzez zastosowanie iniektora w przewodzie kominowym.

Próby kondensacji związków zapachowych nie dały dotychczas rezultatów i nie wyszły poza skalę eksperymentów laboratoryjnych. Również próby adsorbcji związków zapachowych za pomocą węgla aktywowanego, ziem bielących, rozpuszczalników lub pary wodnej nie doprowadziły do praktycznych rozwiązań z uwagi na ogromne ilości wymienianego powietrza. Niemniej wiele ośrodków badawczych prowadzi prace nad adsorbacją poszczególnych składników zapachowych.

Ciekawym i przyszłościowym rozwiązaniem oczyszczania uchodzącego powietrza jest zastosowanie płuczek wodnych połączonych z biofiltrami [1]. Do płuczek wprowadzono w sposób sztuczny porcję aktywnego osadu uzyskanego z oczyszczalni komunalnych. Po kilku tygodniach pracy w płuczce ustala się biologiczna równowaga, przy której następowała zmiana zapachu. Umieszczenie w płuczce materiału wypełniającego pozwala na znaczne zwiększenie powierzchni wymiany między powietrzem a wodą (do  $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ).

W Holandii materiał wypełniający produkuje fabryka porcelany w Zelhen [4].

We Francji wypełniacze do płuczek wytwarza fabryka Cupralex (Paryż). Są to rurki o średnicy 4 cm wykonane z PCV i Cloisonyle. Powietrze kontaktuje się z płynem zarówno w przeciwprądzie jak i w ruchu krzyżowym. W płuczce o przepływie krzyżowym powietrze przemieszcza się poziomo, natomiast woda cyrkuluje pionowo. Wysokość części roboczej płuczki wynosi 1—1,3 m. W płuczce o przepływie przeciwprądowym powietrze przemieszcza się pionowo od dołu do góry, natomiast woda odwrotnie. W tym przypadku wysokość urządzenia wynosi 3—3,5 m. Zużycie energii w płuczce krzyżowej jest niższe. Stwierdzono, że zastosowanie płuczek z osadem biologicznym w chlewni pozwala na likwidację ok. 70% lotnych kwasów tłuszczowych, 80% amoniaku, a także znaczne zmniejszenie stężenia substancji lotnych i pyłów.

Gnojowica zebrana ze stanowisk zwierzęcych może być przygotowana do rolniczego wykorzystania dwojako — albo na drodze fermentacji tlenowej, albo w sposób beztlenowy. Obróbka tlenowa jest bardziej kosztowna i pracochłonna, a ponadto daje w porównaniu z fermentacją bez-

tlenową, produkt o niższej wartości nawozowej. Pamiętać jednak należy, że fermentacji beztlenowej towarzyszy intensywne wydzielanie odoru. Stąd też od szeregu lat prowadzone są prace nad wykorzystaniem fermentacji tlenowej do ograniczenia emisji związków zapachowych z gnojowicy. Badania te doprowadziły do opracowania różnych rozwiązań technicznych pozwalających na napowietrzanie ścieków w dużych zbiornikach. Do najpowszechniej stosowanych należą kanały ściekowe z programi przelewowymi, rowy napowietrzane mechanicznie, napowietrzane laguny i zbiorniki. Przykładem badań prowadzonym w tym zakresie mogą być studia nad likwidacją nieprzyjemnego odoru odchodów kurzych prowadzone przez Hashimoto [2].

Autor ten stwierdza, że intensywność odoru maleje w miarę wzrostu szybkości i czasu napowietrzania rozcieńczonych odchodów. Doświadczenia prowadzone były w specjalnym reaktorze, zbudowanym na wzór fermentatora. Nawóz kurzy doprowadzany był w sposób ciągły przez okres 70 dni. Zawartość reaktora była mieszana i napowietrzana. Na początku eksperymentu wyczuwalny był charakterystyczny ódór, natomiast pod koniec doświadczenia tj. po upływie 40 dni fermentacji w gazach odlotowych wykrywano wyłącznie obecność amoniaku. Na podstawie badań ustalono, że istnieje odwrotna zależność między intensywnością odoru a potencjałem oksydoredukcyjnym gnojowicy. Stwierdzono także, że system ten działa skutecznie przy gnojowicach rozcieńczonych o gęstości rzędu 4—5% s.m., a ilość tlenu rozpuszczonego w 1 litrze waha się w granicach 2—5 mg.

Biologiczne metody likwidacji odoru gnojowicy były przedmiotem wieloletnich badań prowadzonych przez Zakład Technologii Fermentacji Instytutu Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego. Obecnie tematyka ta realizowana jest w ramach międzyresortowego problemu badawczego nr II/11.3.3, koordynowanego przez Akademię Rolniczą w Poznaniu. Pierwsze próby usuwania uciążliwych substancji zapachowych pochodzenia zwierzęcego przeprowadzone zostały na zwaczce bydłowej (treści zwacza krów). Materiał ten poddano zakiszeniu biologicznemu. Stwierdzono, że po upływie ok. 4 tygodni intensywny zapach zawartości zwacza całkowicie zanikał, a w jego miejscu pojawiał się zapach typowy dla kiszonek roślinnych, którego dominantą wyczuwalną dla ludzkich zmysłów był zapach określany w analizie sensorycznej kiszonek jako aromatyczny, przyjemny, owocowy.

Dalsze badania nad likwidacją odoru prowadzono już z użyciem gnojowicy świńskiej. Materiał ten jest w obróbce najtrudniejszy, a zapach gnojowicy świńskiej jest wyjątkowo uciążliwy. Obserwacje i doświadczenia zebrane w trakcie prowadzenia badań z użyciem treści zwacza wykorzystano w eksperymentach z gnojowicą. Wstępne przygotowanie

gnojowicy polegało na rozdzieleniu części stałych od płynnych. Następnie każdą z tych frakcji poddawano oddzielnej obróbce. Frakcja stała gnojowicy, w skład której wchodziły głównie niestrawne części materiału roślinnego, przekazywana była do zakiszania.

Zakiszanie prowadzono z zachowaniem wszystkich zasad, obowiązujących przy prawidłowym zakładaniu kiszzonek. W celu zapewnienia minimum cukrowego, po wstępnej analizie chemicznej gnojowicy, uzupełniano niedobory węglowodanów odpowiednim dodatkiem melasy. Podobnie jak w przypadku pomiotu kurzego stwierdzono, że metoda zakiszania biologicznego jest skutecznym zabiegiem likwidującym odór gnojowicy i przystosowującym gnojowicę, i uzdatniającym gnojowicę do celów paszowych.

Frakcja płynna gnojowicy poddawana była fermentacji tlenowej. Proces ten prowadzono w fermentorach f-my New Brunswick o poj. 14 l. Gnojowicę intensywnie napowietrzano wprowadzając w ciągu godziny ok. 50 m<sup>3</sup> powietrza na każdy litr gnojowicy. Równocześnie zawartość gnojowicy mieszano z szybkością ok. 200 obr/min. W badaniach stosowano mikroorganizmy celulolityczne z rodzaju *Trichoderma* oraz mikroflorę rodzimą gnojowicy. Fermentacje prowadzono metodą okresową przez 7 dni. Badania te nie zostały jednak uwieńczone pełnym sukcesem. Powodem tego był prawdopodobnie zbyt krótki okres prowadzenia eksperymentu. Badania te są jednak nadal prowadzone.

Zdobyte dotychczas doświadczenia wskazują jednoznacznie, że metoda kiszenia biologicznego jest niezwykle przydatna do utylizacji części stałych gnojowicy. Daje ona dobre efekty zarówno przy usuwaniu odoru gnojowicy jak również przystosowaniu gnojowicy do celów paszowych. Mikroflora bakteryjna wytwarzająca kwasy organiczne, głównie kwas mlekowy, przekształca skutecznie związki zapachowe w formy zapachowo neutralne oraz konserwuje substancję organiczną. Z uwagi na niskie koszty tej metody oraz łatwość jej stosowania w praktyce rolniczej przewidywać należy jej szybkie rozpowszechnienie się.

Do likwidacji związków zapachowych próbowano wykorzystać aktywny tlen. Cząstki tlenu aktywne poprzez napromieniowanie wprowadzono w przeciwnym kierunku do powietrza odlotowego. W wyniku tego zabiegu powstały bezwonne połączenia. Wadą tego sposobu jest tworzenie się ozonu w trakcie aktywacji tlenu, co prowadziło do dodatkowego obciążenia powietrza. Należy jednak zaznaczyć, że podejmowano także próby likwidowania związków zapachowych za pomocą ozonu [4]. Dopuszczalna dawka ozonu wynosi ok. 0,17 mg/m<sup>3</sup> powietrza. Skuteczność działania ozonu uzależniana jest od czasu kontaktu ozonu ze związkami zapachowymi. Pamiętać jednak należy, że ozon oddziałuje również szkodliwie na żywe organizmy już przy bardzo niskich stężeniach.

W literaturze fachowej donoszono również o próbach spalania gazów odlotowych. Wysoka temperatura rzędu 800°C pozwala na szybkie utlenianie substancji zapachowych. Wprowadzenie katalizatorów umożliwia obniżenie temperatury spalania do 200—400°C. Urządzenie do suszenia pomiotu kurzego łącznie ze spalaniem gazów odlotowych zakupione zostało w RFN i działa w Zakładzie Drobiarskim we Wroniawach k/Poznań. Metoda ta jest bardzo efektywna jeżeli chodzi o likwidację odoru, jednak wadą jej są wysokie koszty eksploatacyjne.

Obok metod fizycznych i biologicznych do walki z uciążliwymi zapachami wykorzystywane są także metody chemiczne. Ze względu na ich działanie można je podzielić na cztery grupy:

- czyste środki dezynfekcyjne
- środki dezynfekcyjne połączone ze środkami maskującymi zapachy
- środki likwidujące zapach
- środki przetwarzające zapach na drodze chemiczno-biologicznej

Większość produkowanych preparatów sprzedawanych jest w formie płynnych koncentratów. Poniżej podano nazwy najważniejszych preparatów handlowych:

- środki maskujące: Alamask DMP-Nx, GB-x-70
- chemiczne środki przetwarzające zapach: Neutragen, Agri-norm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, GMB-x-69.
- środki o działaniu biologicznym: Keysler K<sub>3</sub>; Paraprodol; TIC-25.

W wielu krajach Europy Zachodniej do maskowania zapachu przy hodowli świń i drobiu stosowany jest szeroko Alamask DPM-Nx. Preparat ten jest rozpuszczalny w wodzie w stosunku 1:40 i służy do spryskiwania chlewni. Jeden kilogram tego preparatu kosztuje 18 hfl, co przy dawce 0,5 g na zwierzę dziennie, przy kilkakrotnym spryskiwaniu, wymaga nakładów rzędu 1,3 hfl na dobę.

Intensyfikacja produkcji zwierzęcej stawia nowe poważne problemy natury nie tylko rolniczej i zootechnicznej, ale także w dziedzinie ochrony środowiska. Takim problemem, który wymaga szybkiego rozwiązania jest niewątpliwie pełne, racjonalne i bezpieczne wykorzystanie ścieków z produkcji zwierzęcej na cele rolnicze.

## LITERATURA

1. Geelen van M. A., Van der Hoeck K. W.: Odour control with biological air washers. Maszynopis oddany do druku w EEC, Brussels, 1976.
2. Hashimoto A. G.: Trans. ASAE 17 (5), 978—982 and 986, 1974.
3. Hoorkamp D.: Rolnictwo w świecie. Nr 7—8, II4—II7 (1975). Tłum. z ECE Agrii (Mech 60 V.N., New York, 1975).
4. Jongebreur A. A., Geelen van M. A.: Technische Moeglichkeiten zur Abhilfe bei Geruchsbelaestigungen. VDI-Berichte Nr 228, 1975.
5. Mennebeck H.: A. practical portable method of odor measurement. Proceeding and Management of Agricultural Wastes., March 25—27, 1974, Rochester, New York, pp 291—294.
6. Missfeld B.: Massnamen zur Minderung der Geruchsentwicklung in Schweinestallen. Diss., Christian-Albrechts-Universitat Kiel, 1974.
7. Schirz S.: Geruchsbelastigung durch Nutztierhaltung. KTBL-Bauschrift 13.
8. Wolfermann H. F.: Emission und Massnahmen zur Verminderung von Emissionen. Rękopis prof. dr U. Riemann.
9. Mosier A. R., Morrison S. M., Elmund G. K.: Odors and emisions from organic wastes. Soil for Management of Organic Wastes and Waste Waters., Chapter 21, pp 531—571, ASA-CSSA-SSSA, Madison 1977.
10. Muchling A. J.: J. Animal Sci., 31 (3), 526—531, 1970.

# PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA KSIĄŻKĘ

PROF. DR HAB. RYSZARD KOSTUCH

## PRZEMIENNE UŻYTKI ZIELONE

WARSZAWA 1982, S. 140, NAKŁ. 20 000 EGZ., ZŁ 45,—

Nie lada problem stanowi dostarczenie zwierzętom pełnowartościowych, pod względem żywieniowym pasz, zwłaszcza w rejonach, gdzie brak trwałych użytków zielonych. Dlatego zakładanie i użytkowanie przemiannych użytków zielonych ma wypełnić lukę w niedoborze zielonek dla zwierząt.

Celem książki jest zapoznanie Czytelników z zakładaniem, uprawą i użytkowaniem przemiannych użytków zielonych i wykazanie, że mogą one przynieść duże korzyści w produkcji zwierzęcej, co wpłynie na rentowność gospodarstw, jak również dać spore korzyści z uzyskanych wysokich plonów ziemiopłodów w gospodarstwie.

Na wstępie Autor podaje definicję przemiannych użytków zielonych. W odróżnieniu od trwałych użytków zielonych, użytki przemienne utrzymuje się przez okres krótki. Rośliny używane i przydatne na przemienne użytki zielone to: trawy, motylkowe i mieszanki traw z motylkowymi. W tej części książki Autor omawia wymagania klimatyczno-glebowe traw i motylkowych, rejonizację uprawy, znaczenie gospodarcze (dostarczanie wysokich plonów wartościowej paszy, dobre warunki zdrowotne dla młodych zwierząt, zapobieganie erozji i degradacji gleb, pozostawienie dobrego stanowiska dla roślin następnych), wprowadzenie użytków zielonych do płodozmianów polowych.

Dalszą część książki poświęca Autor charakterystyce gatunków i odmian traw przydatnych na przemienne użytki zielone. Wymieniane trawy to: kupkówka pospolita, kostrzewa trzcinowa, łąkowa, życica trwała, wielokwiatowa, westerwoldzka, łąkowa.

W następnym rozdziale podano charakterystykę gatunków i odmian motylkowych drobnonasiennych najbardziej przydatnych na przemienne użytki zielone. Są one nieodzowne jako składniki runi, gdyż urozmaicają i wzbogacają zielonki w białko, sole mineralne i witaminy. Oprócz wspomnianych zalet wyrównują one wydajność drugiego i dalszych odrostów i zapobiegają wyschnięciu runi, gdy nastąpi długotrwała susza. Do najwartościowszych dla przemiannych użytków zielonych Autor zalicza: lucernę mieszańcową i nerkowatą, koniczynę czerwoną, białą, białoróżową, krwistoczerwoną, perską, komonicę zwyczajną, a w niektórych rejonach esparcetę siewną.

W dalszej części książki Autor omawia uprawę przemiannych użytków zielonych. Zwraca uwagę na przygotowanie gleby pod wysiew roślin (przygotowuje się ją podobnie jak pod zasiew pszenicy czy buraków), siew roślin, nawożenie mineralne (przedsiewne, pielęgnacyjne i produkcyjne), nawożenie organiczne (stosowanie gnojówki i gojowicy).

Młode zasiewy należy starannie pielęgnować a zwłaszcza zwalczać w nich chwasty. Gwarantuje to właściwe i dostatecznie długie wykorzystywanie runi.

Ostatnie rozdziały traktują o użytkowaniu i pielęgnacji runi przemiannych użytków zielonych oraz konserwacji pasz.

Książka przeznaczona jest dla rolników indywidualnych, kierowników gospodarstw państwowych i służby rolnej.

Zalecana dla bibliotek wojewódzkich i gminnych.