

Wybrane aspekty sanitarno-weterynaryjne wytwarzania oraz stosowania nawozów organicznych i naturalnych

Ewelina Patyra, Zbigniew Osiński, Tomasz Grenda, Krzysztof Kwiatek

z Zakładu Higieny Pasz Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Stosowanie nawozów naturalnych i organicznych wzrasta, ponieważ daje to możliwość zagospodarowania znacznej liczby produktów pochodzących z sektora utylizacyjnego oraz środowiska chowu zwierząt gospodarskich. Przekłada się to na możliwość utrzymywania odpowiednich właściwości biologicznych, fizycznych i chemicznych gleby, ale tym samym wpływa bezpośrednio na stan środowiska naturalnego, jak również na bezpieczeństwo produkcji żywności pochodzenia roślinnego (np. zboża, warzywa, owoce) oraz zwierzęcego poprzez pasze. Zagrożenia płynące z wymienionych źródeł powinny być odpowiednio zidentyfikowane, monitorowane, a po przekroczeniu wartości krytycznych, ze względu na osiągnięty poziom ryzyka, minimalizowane. Wiele czynników sprzyjających zagrożeniom tego obszaru jest już zidentyfikowanych, a stosowne wymagania określono w prawie krajowym i Wspólnoty Europejskiej. Coraz częściej poruszaną kwestią jest posiadanie kompleksowych ocen ryzyka wynikających z potencjalnego występowania substancji przeciwbakteryjnych i zanieczyszczeń mikrobiologicznych w produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego (UPPZ), nawozach organicznych, polepszaczach gleby oraz nawozach naturalnych. Pilotażowe badania z tego zakresu zostały podjęte w Zakładzie Higieny Pasz Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach.

Nawozy naturalne i organiczne – czym się różnią?

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002, odnosi się do obornika zdefiniowanego jako kał lub mocz zwierząt gospodarskich, innych niż ryby hodowlane, ze ściółką lub bez. Przytoczone rozporządzenie definiuje również pojęcie „nawozów organicznych” i „polepszaczy gleby”, które oznaczają materiały pochodzenia zwierzęcego stosowane do utrzymywania lub poprawiania odżywienia roślin oraz właściwości fizycznych i chemicznych oraz aktywności biologicznej gleb, stosowane oddzielnie lub łącznie. Mogą one zawierać obornik, niezmineralizowane guano, treść przewodu pokarmowego, kompost i pozostałości pofermentacyjne. Wymienione UPPZ według przytoczonego aktu prawnego stanowią materiał kategorii 2 (1). Oznacza to, że mogą to być produkty uboczne

Selected aspects of sanitary-veterinary and safety of production and use of organic and natural fertilizers

Patyra E., Grenda T., Osiński Z., Kwiatek K., Department of Hygiene of Animal Feedingstuffs, National Veterinary Research Institute in Puławy

The use of natural and organic fertilizers is increasing, as it makes it possible to use a significant amount of products from the rendering sector and the environment of livestock farming. This translates into the possibility of maintaining the appropriate biological, physical and chemical properties of the soil, and thus directly affects the state of the natural environment, as well as the safety of production of plant origin food (e.g. cereals, vegetables, fruit) and animal origin food, through feed. The threats from the above-mentioned sources should be properly identified, monitored and, after exceeding the critical values due to the achieved risk level, minimized. Many risk factors in this area are already identified and the relevant requirements are laid down in national and European Community law (e.g. on heavy metals, pathogens). An increasing issue is having comprehensive risk assessments of the potential presence of antimicrobial substances and microbial contamination in animal by-products, organic fertilizers, soil improvers and natural fertilizers. Pilot studies in this field were undertaken at the Department of Hygiene of Animal Feedingstuffs of the National Veterinary Research Institute in Puławy.

Keywords: natural fertilizers, organic fertilizers, antibacterial substances contamination, microbiological contamination, legislation, laboratory research.

zawierające pozostałości zatwierdzonych substancji lub zanieczyszczeń w ilościach przekraczających dozwolone poziomy, które wskazane są w art. 15 ust. 3 dyrektywy 96/23/WE, w tym antybiotyki, sulfonamidy i chinolony, które powinny być monitorowane u żywych zwierząt i w produktach pochodzenia zwierzęcego (2). Z kolei zgodnie z definicją zawartą w ustawie z 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu do nawozów naturalnych zalicza się: odchody zwierząt, gnojówkę i gnojowicę – przeznaczone do rolniczego wykorzystania. Ustawa ta określa warunki stosowania i przechowywania nawozów naturalnych. Nie reguluje natomiast kwestii związanych z występowaniem w nich substancji chemicznych wydalaných z organizmu zwierząt, np. antybiotyków i ich metabolitów (3).

Do nawozów organicznych zaliczane są pozostałości pofermentacyjne, które w świetle Rozporządzenia Ministra Klimatu w sprawie katalogu odpadów są odpadem o kodzie 19 06 05 (ciecze z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych lub roślinnych) lub 19 06 06 (przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych; 4). Dotyczy to także przefermentowanych nawozów zwierzęcych, które według ustawy o nawozach i nawożeniu

są nawozami naturalnymi, ale w świetle przepisów środowiskowych są odpadem o kodzie 02 01 06. Jako odpady pofermenty mogą być wykorzystywane w rolnictwie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. z 2015 r. poz. 132), co oznacza obróbkę na powierzchni ziemi przynoszącą korzyści dla rolnictwa lub poprawę jakości środowiska. Rozporządzenie stanowi, że poferment musi spełniać wymagania wynikające z ustawy o nawozach i nawożeniu, ale także warunki sanitarne przewidziane w przepisach weterynaryjnych, ponadto w sytuacji, gdy oprócz nawozów naturalnych i produktów roślinnych do produkcji biogazu stosowane są inne substancje, to stosowanie pofermentu musi być każdorazowo poprzedzone analizą gleby na zawartość metali ciężkich. Za prawidłowe stosowanie odpadów, w tym wykonanie analiz odpadów i gleby oraz określenie dawki, odpowiedzialny jest wytwórca odpadu (5).

Nawozy organiczne podlegają obowiązkowi rejestracji oraz kontroli laboratoryjnej pod kątem mikrobiologicznym i parazytologicznym oraz zanieczyszczeń metalami ciężkimi, lecz ten obowiązek nie dotyczy nawozów naturalnych. Nie prowadzi się również kontroli w kierunku obecności substancji przeciwbakteryjnych.

Przepisy prawne dotyczące przechowywania nawozów

To, w jaki sposób należy przechowywać obornik, gnojówkę i gnojowicę, reguluje art. 18 ust. 1 ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. z 2015 r., poz. 625; 3). Obowiązek ten spoczywa na gospodarstwach wielkotowarowych, innych niż wielkotowarowe oraz gospodarstwach położonych na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia spowodowane przez azotany pochodzenia rolniczego (OSN), dla których ustawa wyodrębnia szczegółowe przepisy. W przypadku gospodarstw wielkotowarowych, to jest takich, które prowadzą chów lub hodowlę drobiu powyżej 40 000 stanowisk albo chów czy hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o wadze ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior, mają obowiązek przechowywania gnojówki i gnojowicy w szczelnych i zamkniętych zbiornikach o pojemności umożliwiającej gromadzenie co najmniej 4-miesięcznej produkcji tych nawozów. Dodatkowym obowiązkiem nałożonym na posiadaczy takich gospodarstw odnośnie postępowania z naturalnymi nawozami płynnymi jest konieczność zagospodarowania co najmniej 70% gnojówki i gnojowicy na użytkach rolnych, których są posiadaczami i na których prowadzą uprawę roślin. Nawozy stałe, takie jak obornik, powinny być przechowywane na nieprzepuszczalnych płytach, zabezpieczonych w taki sposób, aby wycieki nie przedostawały się do gruntu. W przypadku gospodarstw innych niż wielkotowarowe mają one obowiązek przechowywać gnojówkę i gnojowicę wyłącznie w szczelnych zbiornikach o pojemności umożliwiającej gromadzenie co najmniej 4-miesięcznej produkcji tego nawozu. W obowiązujących przepisach prawa nie

ma natomiast zapisów, z których wynikają specjalne obowiązki dotyczące przechowywania nawozów stałych, np. obornika, z wyjątkiem gospodarstw wielkotowarowych. Zatem w chwili obecnej gospodarstwa inne niż wielkotowarowe mogą jedynie dobrowolnie stosować się do zasad przechowywania stałych nawozów naturalnych określonych w Kodeksie dobrej praktyki rolniczej. W przypadku gospodarstw znajdujących się na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia spowodowane przez azotany pochodzenia rolniczego (OSN) oraz ustanowienie dla tych obszarów programów działań wynika z realizacji zobowiązań zawartych w dyrektywie Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotyczącej ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (Dz.U.UE.L.00.327.1 z późn. zm.) oraz ustawie z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2017 r. poz. 1566). Należy zapewnić pojemność zbiorników do przechowywania gnojówki i gnojowicy lub powierzchni do gromadzenia obornika przez okres, w którym rolnicze ich wykorzystanie nie jest możliwe, odpowiadającą co najmniej 6-miesięcznej produkcji tych nawozów (6, 7). Obowiązujące regulacje prawne wynikają z konieczności spełnienia wymagań zapisanych w dyrektywie azotanowej mającej na celu ochronę wód przed wprowadzaniem nadmiernej ilości azotu pochodzenia rolniczego. Nie brany jest pod uwagę inny ważny aspekt, dotyczący głównie gospodarstw wielotowarowych i stosowanych w nich substancji przeciwbakteryjnych w produkcji zwierzęcej.

Przechowywanie nawozów a obecność antybiotyków

Na częściową eliminację substancji przeciwbakteryjnych w nawozach naturalnych wpływa zarówno przechowywanie, jak i wykorzystanie różnych procesów, takich jak kompostowanie lub fermentacja tlenowa stosowane do obróbki obornika i/lub gnojowicy, dzięki czemu zmniejsza się uwalnianie tych związków do gleby. Skuteczność tych zabiegów w eliminacji pozostałości antybiotyków zależy od różnych parametrów i warunków. Na przykład w przypadku przechowywania obornika skuteczność usuwania antybiotyków zależy od czasu przechowywania i charakteru antybiotyków. W praktyce ten czas zwykle bywa różny: od 0 do 50 miesięcy (średnia 9 miesięcy) dla gnojowicy i od 0 do 48 miesięcy (średnia 6 miesięcy) dla obornika (8). Dla przykładu: antybiotyki z grupy tetracyklin wydają się być bardziej trwałe w nawozach w porównaniu m.in. do sulfonamidów (9). Jeśli chodzi o skuteczność usuwania antybiotyków podczas kompostowania, zależy to również od takich parametrów, jak temperatura, wilgotność, rodzaj użytego podłoża, koegzystencja innych zanieczyszczeń, początkowe stężenia antybiotyków, czas trwania kompostowania, oraz właściwości fizykochemicznych antybiotyków (10, 11).

Ogólnie rzecz ujmując, kompostowanie czy przechowywanie w odpowiednich zbiornikach gnojówki

lub gnojowicy jest w stanie obniżyć poziom niektórych antybiotyków, jednak pomimo tych procesów antybiotyki mogą zostać wprowadzone do gleb uprawnych i na użytki zielone. Należy również zauważyć, że chociaż niektóre techniki obróbki wstępnej mogą zmniejszyć stężenie antybiotyków w oborniku, w większości przypadków odchody zwierzęce trafiają na pola uprawne nieprzetworzone, ponieważ nie ma ogólnych przepisów dotyczących konieczności wcześniejszej obróbki obornika i gnojowicy przed zastosowaniem do gleby (12). Ponadto nie ustanowiono żadnych limitów ani standardów jakości dla stężenia pozostałości antybiotyków w oborniku i produktach roślinnych (13). W konsekwencji większość antybiotyków stosowanych w produkcji zwierzęcej zostaje uwolniona do środowiska poprzez zastosowanie nawozów na gleby uprawne, jako uzupełnienie nawozów komercyjnych (12). Substancje przeciwbakteryjne w nawozach organicznych po wprowadzeniu ich do środowiska naturalnego podlegają wielu procesom biotycznym, tj. biodegradacji pod wpływem mikroflory zasiedlającej gleby i abiotycznym, do których zaliczamy: hydrolizę, fotodegradację, procesy utleniania i redukcji. Ponadto należy zauważyć, że produkty biodegradacji mogą wykazywać podobną toksyczność lub niekiedy wyższą dla organizmów obecnych w środowisku niż związek macierzysty, jak wykazano w przypadku kilku metabolitów fluorochinolonów i tetracyklin.

Po wprowadzeniu do gleb uprawnych lub na użytki zielone substancje przeciwbakteryjne mogą prowadzić do rozwoju antybiotykooporności drobnoustrojów naturalnie bytujących w glebie, co może być przyczyną zmiany wrażliwości na antybiotyki całych populacji drobnoustrojów. Ponadto mikroorganizmy glebowe wykonują wiele ważnych procesów i uczestniczą w utrzymaniu zdrowia i jakości gleby. Wiele mikroorganizmów działa jako czynniki kontroli biologicznej, hamując wzrost patogenów. Wysoka aktywność przeciwdrobnoustrojowa antybiotyków w glebie może wpływać na zahamowanie rozwoju mikroorganizmów glebowych, a tym samym na zmianę w populacji zbiorowisk drobnoustrojów glebowych, co finalnie może skutkować zmianą funkcji ekologicznej gleby. Obecność substancji przeciwbakteryjnych w glebie może również wpływać na stopień nityfikacji i/lub denityfikacji zachodzący w glebie dzięki odpowiednim bakteriom w niej bytującym. Substancje przeciwbakteryjne mogą również zmieniać tempo przemiany żelaza w glebie. Na przykład sulfadiazyna i monenzyna blokują redukcję Fe (III) w glebie. Substancje przeciwbakteryjne mogą również wpływać na hamowanie aktywności enzymów w glebie, przez co mogą doprowadzać do zahamowania wzrostu lub śmierci wrażliwych mikroorganizmów glebowych (14). Ponadto związki te mogą przemieszczać się wraz z opadami do wód powierzchniowych lub gruntowych, a także zostać pobrane z wodą i składnikami odżywczymi przez rośliny.

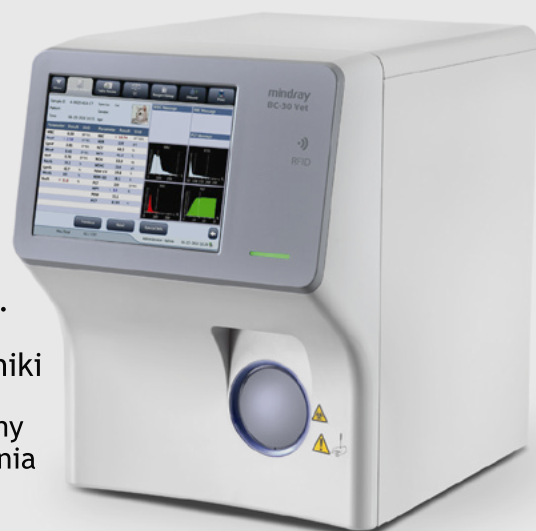
WETERYNARYJNE ANALIZATORY LABORATORYJNE



NOWOŚĆ biochemia sucha

- 29 parametrów
- 13 gat. zwierząt
- 9 konfiguracji dysków
- od 2 zł /ozn.
- wbudowana drukarka + transmisja danych

**BIOCHEMIA NA DYSKI
MINDRAY Vetube 30**



- 1 zł/bad.
- 4 diff
- 23 param.
- 2 odczynniki
- różne formy finansowania + leasing + raty + dzierżawa + wykup używanego

**HEMATOLOGIA
MINDRAY BC-30 Vet**

mindray
animalcare

www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl

Zamów demo: Oliwia 667 300 762 ◦ Dominika 726 300 777 ◦ Kasia 603 741 720

Ocena bezpieczeństwa krajowych nawozów naturalnych i organicznych

Ocena występowania substancji przeciwbakteryjnych

Założeniem prowadzonych badań pilotażowych w Zakładzie Higieny Pasz Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach jest ocena ryzyka dla zdrowia zwierząt i ludzi oraz środowiska, wynikająca z potencjalnego występowania substancji przeciwbakteryjnych w nawozach naturalnych i organicznych otrzymanych na bazie ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego (UPPZ), nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi po ich wprowadzeniu na pola uprawne i użytki zielone. Badania są prowadzone z użyciem opracowanych w Zakładzie Higieny Pasz metod analitycznych opartych o zastosowanie czułych i specyficznych technik chromatografii cieczowej ze spektrometrią mas (LC-MS) i detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD). Pierwszym założeniem prowadzonych badań było określenie obecności i stężenia substancji przeciwbakteryjnych w nawozach naturalnych (pomiót kurzy, odchody trzody chlewnej, obornik, gnojówka i gnojowica) i nawozach organicznych (obornik, uboczne produkty pochodzenia zwierzęcego, osady pofermentacyjne). Elementem tego celu pracy była optymalizacja i walidacja odpowiednich metod analitycznych, które pozwalają na jednoznaczny identyfikację wybranych do badań substancji przeciwbakteryjnych, takich jak: oksytetracyklina, tetracyklina, chlorotetracyklina, doksycyklina, cyprofloksacyna, enrofloksacyna, sarafloksacyna, sulfadiazyna, sulfamerazyna, sulfametazyna, sulfametoksazol, trimetoprim, tiamulina i tylozyna), w odchodach zwierząt rzeźnych pochodzących z hodowli trzody chlewnej oraz drobiu (nawozy naturalne) i nawozów organicznych wytworzonych na bazie UPPZ. Dokonano analizy 32 próbek nawozów naturalnych, takich jak: odchody trzody chlewnej, gnojowica i pomiot kurzy, 15 próbek osadów pofermentacyjnych z terenu Polski oraz analizy 26 próbek kału trzody chlewnej w ramach współpracy z Uniwersytetem Santiago de Compostela w Hiszpanii. W analizowanym materiale potwierdzono obecność substancji przeciwbakteryjnych w stężeniach od kilkudziesięciu mikrogramów (μg) do kilkuset miligramów (mg) na kilogram (kg). W próbkach nawozów naturalnych pochodzących z Polski w 12 próbkach potwierdzono obecność substancji przeciwbakteryjnych, co stanowiło 37,5% uzyskanych wyników dodatnich. Najczęściej stwierdzanym antybiotykiem była doksycyklina, sulfametoksazol i oksytetracyklina. Natomiast w próbkach pochodzących z regionu Galicji w Hiszpanii w 9 spośród 26 przebadanych próbek kału trzody chlewnej stwierdzono substancje przeciwbakteryjne, głównie doksycyklinę i oksytetracyklinę, jak również tetracyklinę, tylozynę i linkomycynę. Należy zaznaczyć, że w poddanych analizie próbkach pochodzących z Hiszpanii stężenia oznaczanych związków były znacznie wyższe niż dla pochodzących

z Polski. Stężenia wynosiły od 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ do ponad 175 mg/kg , przy czym w niektórych próbkach pochodzących z Hiszpanii stwierdzano dwie, a nawet trzy substancje przeciwbakteryjne w jednej badanej próbce (15).

W ramach dotychczas prowadzonych badań analizie poddano również 15 próbek osadów pofermentacyjnych z biogazowni. Badane osady pofermentacyjne pochodziły z pracowni mikrobiologii Zakładu Higieny Pasz PIWet-PIB w Puławach. W przeanalizowanych pofermentach potwierdzono obecność substancji przeciwbakteryjnych. W dwóch próbkach stwierdzono enrofloksacynę oraz w jednej tiamulinę. Otrzymane wyniki mogą wskazywać, że do produkcji biogazu wykorzystano UPPZ, np. obornik, który mógł pochodzić od leczonych zwierząt. Obecność substancji przeciwbakteryjnych w pofermentach może wskazywać, że stosowane procesy technologiczne – beztlenowy rozkład odpadów zwierzęcych – nie prowadzą do całkowitej degradacji obecnych w nich substancji przeciwbakteryjnych, które następnie mogą zostać wprowadzone do środowiska naturalnego.

W publikacjach światowych praktycznie brak danych na temat obecności substancji przeciwbakteryjnych w polepszaczach gleby. W badaniach przeprowadzonych w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym w Puławach (wyniki niepublikowane) stwierdzono, że polepszacze gleby wytworzone z udziałem mączek mięsno-kostnych mogą zawierać śladowe ilości substancji przeciwbakteryjnych. W przeanalizowanych próbkach polepszaczy gleby wykryto obecność enrofloksacyny i cyprofloksacyny. Uzyskane wyniki mogą wskazywać, że użyta do produkcji polepszacza glebowego mączka mięsno-kostna pochodziła z padłego w trakcie leczenia drobiu. Takie stwierdzenie wysunięto na podstawie rejestru produktów leczniczych weterynaryjnych, w którym enrofloksacyna dopuszczona jest jako substancja lecznicza do stosowania w wodzie do pojenia drobiu, a cyprofloksacyna to metabolit enrofloksacyny powstający w wyniku metabolizmu w organizmie. Według naszej oceny należy podjąć badania nad występowaniem substancji przeciwbakteryjnych w polepszaczach gleby, pofermentach i nawozach organicznych wytwarzanych na bazie UPPZ ponieważ procesy technologiczne stosowane do przetwarzania tego typu materiałów nie prowadzą do całkowitej degradacji substancji przeciwbakteryjnych.

Przeprowadzone badania pilotażowe w PIWet-PIB w Puławach wskazują na konieczność podjęcia badań w zakresie monitorowania obecności i stężeń substancji przeciwbakteryjnych, w nawozach naturalnych i organicznych. Prowadzenie tego typu badań może stać się przydatne do określenia czasu przechowywania nawozów naturalnych w celu częściowej degradacji obecnych substancji przeciwbakteryjnych do poziomów niestwarzających potencjalnego ryzyka dla środowiska naturalnego (tj. wód powierzchniowych i podziemnych, mikroflory glebowej), a w przypadku nawozów organicznych monitorowania stopnia degradacji i stężenia

substancji przeciwdrobnoustrojowych po zastosowaniu określonych procesów technologicznych. Podjęte w Zakładzie Higieny Pasz PIWet-PIB badania są badaniami pionierskim w naszym kraju i doskonale wpisują się w obecne programy unijne, takie jak Green Deal czy One Health, mające na celu monitorowanie i ograniczenia stosowania antybiotyków, sulfonamidów i chinolonów celem zapewnienia bezpieczeństwa w całym łańcuchu żywnościowym.

Przeprowadzone badania pozwolą ponadto na poszerzenie stanu obecnej wiedzy w zakresie ilości wprowadzanych do środowiska naturalnego substancji przeciwbakteryjnych, niezbędnego czasu przechowywania nawozów naturalnych czy stosowanych procesów technologicznych w przypadku nawozów organicznych, które pozwolą na eliminację obecnych w nich substancji przeciwdrobnoustrojowych celem ograniczenia ich negatywnego wpływu na środowisko naturalne i ochronę zdrowia ludzi i zwierząt.

Ocena mikrobiologiczna nawozów naturalnych i organicznych

W pracowni mikrobiologicznej Zakładu Higieny Pasz PIWet-PIB prowadzone są badania przedrejestracyjne nawozów organicznych, takich jak środki wspomagające uprawę roślin (w tym środki poprawiające właściwości gleby). Ocena bezpieczeństwa nawozów organicznych jest dokonywana w ramach badań urzędowych związanych z procesem rejestracyjnym nawozów zgodnie z Ustawą z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu oraz Rozporządzenie Komisji (UE) nr 142/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. (16). Zakres badań urzędowych ogranicza się jedynie do określania poziomu zanieczyszczenia bakteriami z rodziny Enterobacteriaceae oraz z gatunku *E. coli*, a także występowania pałeczek *Salmonella*. Wspomniane badania urzędowe prowadzone są zgodnie normami metodycznymi: PN-ISO 16649-2:2004, PN-ISO 21528-2:2017-08 oraz PN-EN ISO 6579-1:2017-04 (17, 18, 19). W ramach prowadzonych badań przedrejestracyjnych w 2020 r. badaniom poddano 50 próbek nawozów, w tym 17 pofermentów po produkcji biogazu. W jednym pofermencie stwierdzono wysoką liczbę pałeczek z gatunku *E. coli* (powyżej 104 jtk/g).

Zakład Higieny Pasz prowadzi ponadto pilotażowe w skali kraju badania naukowe w kierunku obecności beztlenowych bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Clostridium* (ze szczególnym uwzględnieniem najistotniejszych epidemiologicznie gatunków, tj. *Clostridium perfringens* i *Clostridium botulinum*).

Prowadzone badania naukowe pofermentów potwierdziły również wysokie zanieczyszczenie drobnoustrojami z rodzaju *Clostridium*, co może stwarzać zagrożenie epidemiologicznie związane z potencjalnym występowaniem gatunków chorobotwórczych. Spośród 22 przebadanych próbek pofermentów z biogazowni 9 (41%) wykazywało zanieczyszczenie przez *Clostridium* spp. powyżej 105 jtk/g.

Ponadto w Zakładzie Higieny Pasz prowadzono badania monitoringowe dotyczące m.in. wpływu

nawożenia organicznego na występowanie bakterii z rodzaju *Clostridium* w kiszonkach stosowanych w żywieniu bydła. W ramach wspomnianego doświadczenia przeprowadzono badania 305 próbek kiszonek pochodzących ze wszystkich polskich województw, z czego 115 było sporządzonych z materiałów roślinnych zebranych z pól uprzednio poddanych nawożeniu organicznemu. Wyniki obróbki statystycznej wskazały na istotną korelację pomiędzy nawożeniem organicznym (P value < 0,05) a występowaniem mikroorganizmów z rodzaju *Clostridium*. Dane te stanowią przesłankę do wykonania szczegółowych badań monitoringowych uwzględniających ocenę ryzyka występowania gatunków chorobotwórczych z rodzaju *Clostridium* w pofermentach stosowanych w nawożeniu pól uprawnych. Badania stanowiłyby istotny wkład w zagadnienie dotyczące potencjalnego bezpieczeństwa epidemiologicznego pofermentów stosowanych jako nawozów organicznych, które dyskutowane jest na łamach literatury światowej. W szczególności poruszany jest temat występowania botulizmu bydła na terenach intensywnie nawożonych pofermentami z biogazowni. Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach jest obecnie jedyną w Polsce jednostką naukową specjalizującą się w diagnostyce laboratoryjnej botulizmu zwierząt, a także w wykrywaniu *C. botulinum* w paszach i żywności.

Podsumowując, obecność substancji przeciwbakteryjnych, które wraz z zastosowanymi nawozami dostają się do środowiska, stwarzają trzy główne zagrożenia: zanieczyszczenie wód, ekotoksyczność na organizmy glebowe oraz przechodzenie do łańcucha pokarmowego. Ten sam problem dotyczy zanieczyszczenia mikrobiologicznego drobnoustrojami z rodzajów *Salmonella* i *Clostridia* oraz *E. coli*, przez co mogą stać się przyczyną poważnych chorób bakteryjnych zarówno u zwierząt, jak i u ludzi. Podjęcie działań monitoringowych w zakresie bezpieczeństwa stosowanych na uprawy polowe nawozów powinno zostać włączone w programy kontrolne w celu ochrony środowiska naturalnego i bezpieczeństwa łańcucha żywnościowego.

Piśmiennictwo

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002.
2. Dyrektywa Rady 96/23/WE z dnia 29 kwietnia 1996 r. w sprawie środków monitorowania niektórych substancji i ich pozostałości u żywych zwierząt i w produktach pochodzenia zwierzęcego oraz uchylająca dyrektywy 85/358/EWG i 86/469/EWG oraz decyzje 89/187/EWG i 91/664/EWG.
3. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu.
4. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020 poz. 10).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015 poz. 132).
6. Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.
7. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne.
8. Boxall A.B.A.: Fate of Veterinary Medicines Applied to Soils. In: Pharmaceuticals in the Environment; Kümmerer K., Springer Ed: Berlin/Heidelberg, Germany 2008.

9. Chee-Sanford J.C., Mackie R.I., Koike S., Krapac I.G., Lin, Y.-F., Yannarell A.C., Maxwell S., Aminov R.I.: Fate and transport of antibiotic residues and antibiotic resistance genes following land application of manure waste. *J. Environ. Qual.* 2009, **38**, 1086–1108.
10. Ezzariai A., Hafidi M., Khadra A., Aemig Q., Fels L.E., Barret M., Merlina G., Patureau D., Pinelli E.: Human and veterinary antibiotics during composting of sludge or manure: Global perspectives on persistence, degradation, and resistance genes. *J. Hazard. Mater.* 2018, **359**, 465–481.
11. Spielmeyer A.: Occurrence and fate of antibiotics in manure during manure treatments: A short review. *Sustain. Chem. Pharm.* 2018, **9**, 76–86.
12. Xie W.-Y., Shen Q., Zhao F.J.: Antibiotics and antibiotic resistance from animal manures to soil: A review. *Eur. J. Soil Sci.* 2018, **69**, 181–195.
13. Kuppusamy S., Kakarla D., Venkateswarlu K., Megharaj M., Yoon Y.-E., Lee Y.B.: Veterinary antibiotics (VAs) contamination as a global agro-ecological issue: A critical view. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, **257**, 47–59.
14. Cycoń M., Mroziak A., Piotrowska-Segat Z.: Antibiotics in the soil environment – degradation and their impact on microbial activity and diversity. *Frontiers in Microbiology* 2019, **10**, 338. doi: 10.3389/fmicb.2019.00338.
15. Patyra E., Kwiatek K., Nebot C., Gavilan R.: Quantification of veterinary antibiotics in pig and poultry feces and liquid manure as a non-invasive method to monitor antibiotic usage in livestock by liquid chromatography mass-spectrometry. *Molecules*. 2020, **25**, 3265, doi: 10.3390/molecules25143265
16. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 142/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. w sprawie wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, oraz w sprawie wykonania dyrektywy Rady 97/78/WE w odniesieniu do niektórych próbek i przedmiotów zwolnionych z kontroli weterynaryjnych na granicach w myśl tej dyrektywy.
17. PN-ISO 16649-2:2004 – Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby beta-glukuronidazo-dodatnich *Escherichia coli* – Część 2: Metoda płytkowa w temperaturze 44 stopni C z zastosowaniem 5-bromo-4-chloro-3-indolilo beta-D-glukuronidu.
18. PN-EN ISO 21528-2:2017-08 Mikrobiologia łańcucha żywnościowego – Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae* – Część 2: Metoda liczenia kolonii.
19. PN-EN ISO 6579-1:2017-04 – Mikrobiologia łańcucha żywnościowego – Horyzontalna metoda wykrywania, oznaczania liczby i serotypowania *Salmonella* – Część 1: Wykrywanie *Salmonella* spp.