

EVALUATION OF POTENTIALLY PATHOGENIC BACTERIA PRESENCE IN MANURE-AMENDED SOIL AND MEADOW SWARD

Summary

Multiple amending of arable land in ecological farms during plant vegetation with not fully fermented manure might cause a contamination of meadow sward with potentially pathogenic bacteria such as Salmonella spp. and Escherichia coli. The aim of the study was to estimate the influence of pathogenic bacteria presence in manure-amended soils of arable lands and in meadow sward grown in those soils as well as to evaluate an impact of lactic acid bacteria on lowering the number of pathogenic microorganisms in liquid manure and slurry. According to our results there can be concluded that there was no Salmonella spp. and Escherichia coli in soil and meadow sward from arable lands in ecological farm, in which the soil was not manured. There were bacteria from Salmonella genera in amended soil in the number of 1,00-2,30 log CFU/g and Escherichia coli in the number of 2,00-3,00 CFU/g. The presence of Salmonella spp. was noticed also in meadow sward collected from amended land in the number of 1,00-1,30 log CFU/g for, where the number of coliform bacteria was even 5,90 log CFU/g. In vitro application of lactic acid bacteria starter culture to the liquid manure and slurry resulted in decrease or elimination of bacteria Salmonella spp., coliform bacteria and Escherichia coli during 10-day incubation.

OCENA STOPNIA SKAŻENIA BAKTERIAMI POTENCJALNIE PATOGENNYMI RUNI ŁĄKOWEJ I GLEB NAWOŻONYCH PŁYNNYMI NAWOZAMI ORGANICZNYMI

Streszczenie

W gospodarstwach ekologicznych wielokrotne nawożenie trwałych użytków zielonych w czasie okresu wegetacji roślin nie przefermentowanymi płynnymi nawozami organicznymi może być przyczyną skażenia runi łąkowej potencjalnie patogennymi grupami drobnoustrojów, w tym bakteriami Salmonella spp. oraz Escherichia coli. Celem badań była ocena poziomu skażenia gleb użytków zielonych nawożonych płynnymi nawozami organicznymi i zebranej z nich runi łąkowej wybranymi bakteriami potencjalnie patogennymi oraz ocena wpływu kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej na ich obecność w płynnych nawozach organicznych. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że w gospodarstwach ekologicznych, w których rolnicy nie stosowali nawożenia organicznego, nie wykrywano w glebie i w runi łąkowej obecności bakterii: Salmonella spp. i Escherichia coli. Natomiast w glebach nawożonych gnojówką lub gnojowicą liczba bakterii Salmonella spp. kształtowała się na poziomie 1,00- 2,30 log j.t.k./g, a liczba bakterii Escherichia coli 2,00-3,00 log j.t.k./g. W runi łąkowej zebranej z tych gleb liczba bakterii Salmonella spp. wynosiła od 1,00 do 1,30 log j.t.k./g przy wysokim poziomie bakterii z grupy coli wynoszącym nawet do 5,90 log j.t.k./g zielonki. Ponadto stwierdzono, że stosowanie kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej w warunkach modelowych wpływa istotnie na obniżenie liczby lub całkowitą eliminację bakterii Salmonella spp., bakterii z grupy coli oraz Escherichia coli podczas 10-dniowej inkubacji z płynnymi nawozami organicznymi, takimi jak gnojówka czy gnojowica.

1. Wprowadzenie

Trwałe użytki zielone to źródło tanich, naturalnych i wartościowych pasz objęściowych, są niezastąpione przede wszystkim w niskonakładowym systemie produkcji jak w ekologicznym chowie zwierząt, ich udział w dawce pokarmowej waha się od 50 do 100 % [1, 2]. Aby osiągać dobre wyniki produkcyjne należy stale nawozić eksploatowane tereny TUZ (trwałych użytków zielonych). Nawożenie wpływa pozytywnie na wartość pokarmową i smakową paszy oraz umożliwia odpowiednie kształtowanie składu botanicznego runi łąkowej. Obok stałych nawozów organicznych jak obornik, w nawożeniu TUZ stosowane są płynne nawozy organiczne takie jak gnojówka i gnojowica. Teoretycznie są to doskonałe nawozy zwiększające żyzność gleby, ale ich stosowanie wymaga ostrożności z uwagi na dużą aktywność biologiczną omawianej grupy nawozów [3].

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 1774/2002 oraz uzupełniające Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie ustawy o nawo-

zach i nawożeniu [4] określają parametry jakościowe nawozów organicznych i organiczno-mineralnych, w których nie mogą występować bakterie z rodzaju Salmonella w 25 g lub ml, a liczba bakterii z rodziny Enteriobacteriaceae nie może przekraczać 1000 j.t.k./g lub ml. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 2160/2003 nakłada na kraje członkowskie obowiązek zwalczania pałeczek Salmonella u zwierząt, w paszach i w żywności pochodzenia zwierzęcego [5]. Realizacja programu jej zwalczania w produkcji zwierzęcej w Polsce rozpoczęła się w 2007 roku. W opracowanym i wdrożonym do praktyki Krajowym Planie Kontroli Pasz przewidziano regularne ich badanie w kierunku obecności tych bakterii, ponieważ w Polsce głównym źródłem zakażeń ludzi jest spożywanie skażonej pałeczkami Salmonella żywności pochodzenia zwierzęcego [6].

Nawożenie trwałych użytków zielonych nawozami organicznymi, które mogą zawierać pałeczki Salmonella spp. skutkuje ich obecnością w glebie przez dłuższy czas. Podobnie bakterie fekalne znajdujące się w nawozach organicznych jak gnojówka czy gnojowica po wprowadzeniu

do gleby i na odrastająca run łąkową, mogą przetrwać i być obecne w roślinach stanowiących paszę dla zwierząt. Tempo redukcji bakterii fekalnych w glebie zależy od temperatury, pH, typu i wilgotności gleby, pory roku oraz obecności w niej mikroflory antagonistycznej w stosunku do patogenów. Na podstawie licznych badań stwierdzono, że czas przeżycia pałeczek *Salmonella* w glebie wynosi nawet do 33 tygodni. Kudva i in. donoszą, że bakterie *Escherichia coli* O157:H7 potrafią przeżyć do 21 miesięcy w nawozie owczym w liczbie nawet do 6,00 log j.t.k./g [7-10].

W gospodarstwach realne jest zagrożenie zanieczyszczenie zielonek bakteriami fekalnymi, pochodzącymi z gleb łąk nawożonych w niektórych przypadkach nie do końca przefermentowaną gnojowicą lub gnojówką, zwłaszcza pochodzącą od zwierząt chorych, w tym bezobjawowo [7]. Aby zminimalizować ryzyko skażenia trwałych użytków zielonych, niezbędna jest ocena skażenia gleb oraz odrastających roślin, które nawożone są nawozami organicznymi, szczególnie ze względu na fakt obecności potencjalnie chorobotwórczej mikroflory w górnych partiach nawożonych gleb [11].

Wyniki badań nad możliwościami ograniczenia zanieczyszczenia mikrobiologicznego pasz wskazują na możliwość hamowania rozwoju bakterii patogennych i grzybów przez bakterie fermentacji mlekowej w procesach biotechnologicznych [6, 12]. Na podstawie dotychczasowych wyników badań Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, prowadzonych w dziedzinie rolnictwa ekologicznego, opracowano metodę kiszenia pasz, polegającą na stymulowaniu procesu fermentacji mlekowej, przy użyciu preparatu złożonego ze szczepów bakterii wyselekcjonowanych z naturalnego środowiska roślinnego i mieszanki mineralno-witaminowej. Wdrożenie ekologicznej metody kiszenia runi łąkowej zapewniło uzyskiwanie kiszonek o wysokiej jakości, dodatkowo wzbogaconych w ważne dla zwierząt makro- i mikroelementy. Ponadto wyniki badań dotyczące ograniczenia rozwoju bakterii tlenowych, patogennych i pleśni przez szczepy bakterii wchodzące w skład kultury starterowej preparatu opracowanego w Zakładzie Technologii Fermentacji IBPRS, wskazują na ich specyficzne zdolności do hamowania rozwoju następujących bakterii chorobotwórczych wyizolowanych z przewodu pokarmowego chorych zwierząt: *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella* serotypy CO i DO [13, 14].

Poprawa stanu higieny zielonek oraz kiszonych pasz, eliminacja ich skażenia bakteriami patogennymi, dzięki zastosowaniu wyselekcjonowanych szczepów bakterii fermentacji mlekowej o szczególnych aktywnościach: antybakteryjnej i antypleśniowej jest istotnym zagadnieniem badawczym, ponieważ skutki skarmiania kiszonek, zawierających toksyny i mikroorganizmy chorobotwórcze są bezpośrednio groźne dla zdrowia zwierząt i ludzi.

2. Cel badań

Celem badań była ocena poziomu skażenia, wybranymi grupami bakterii potencjalnie patogennych, gleb użytków zielonych i runi łąkowej nawożonych płynnymi nawozami organicznymi, jak również ocena wpływu kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej na hamowanie ich wzrostu w płynnych nawozach organicznych.

3. Materiał i metody badań

Badania prowadzono w siedmiu wybranych ekologicznych gospodarstwach rolnych. W trzech z nich gleby TUZ

nie były nawożone, w czterech kolejnych gleba nawożona była płynnymi nawozami organicznymi: gnojówką stosowaną wiosną; gnojówką stosowaną dwukrotnie, wiosną i po pierwszym pokosie runi łąkowej; gnojówką stosowaną trzykrotnie, wiosną, po pierwszym i drugim pokosie runi łąkowej oraz gnojowicą stosowaną jesienią i po każdym pokosie runi łąkowej. Gnojówkę rozcieńczano w stosunku 1:2.

Próbki gleby oraz skoszonego materiału roślinnego z pierwszego i drugiego pokosu, po przewiednięciu na łące, zostały poddane analizie mikrobiologicznej. W reprezentatywnych próbkach oznaczano liczbę j.t.k. bakterii z rodzaju *Salmonella* z zastosowaniem specjalistycznego podłoża agarowego Rambach firmy Merck (Niemcy, Darmstadt) przygotowując próbki według normy PN-EN ISO 6579: 2003 oraz normy PN-EN ISO 6785: 2009, liczbę j.t.k. bakterii *Escherichia coli* oraz liczbę bakterii z grupy coli z zastosowaniem podłoża Petrifilm Select E. coli oraz Petrifilm coliform/E. coli firmy 3M Heath Care Company (USA, Loughborough).

Antybakteryjne właściwości szczepów bakterii fermentacji mlekowej oceniano podczas 10-dniowej inkubacji w temperaturze 20°C dwóch rodzajów płynnych nawozów organicznych: gnojówki i gnojowicy z badanymi szczepami z rodzaju *Lactobacillus*, dodawanymi w postaci preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego w ilości 0,05% ww. W skład kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej wchodziły następujące szczepy bakterii: *Lactobacillus plantarum* K KKP/593/p, *Lactobacillus plantarum* C KKP/788/p, *Lactobacillus brevis* KKP 839, *Lactobacillus buchneri* KKP 907.

4. Wyniki i dyskusja

Nawozy organiczne są tradycyjnie stosowane w rolnictwie do nawożenia gleb. Jest to również prosty sposób utylizacji i zagospodarowania odchodów zwierzęcych. Bakterie fekalne, w tym także szczepy chorobotwórcze mogą być obecne w niedostatecznie przefermentowanym moczu i kale zwierząt, a zwłaszcza w przypadku pojawienia się chorób układu pokarmowego przebiegających początkowo bez wyraźnych objawów. Po wprowadzeniu takich nawozów do gleby i na adrost łąkowy, bakterie potencjalnie chorobotwórcze przeżywają wiele miesięcy w glebie, a nawet mogą rozwijać się w zielonkach i kiszonkach [15].

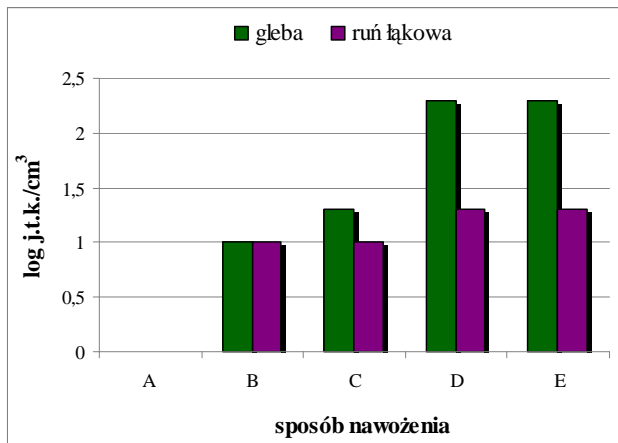
W pierwszym etapie badań określono zawartość mikroorganizmów potencjalnie patogennych w glebach TUZ nie nawożonych oraz nawożonych w różnym czasie i w różnych dawkach: gnojówką lub gnojowicą. Wyniki analizy mikrobiologicznej gleb podano w tab. 1 oraz na rys. 1 i 2.

W glebach TUZ w gospodarstwach ekologicznych, w których rolnicy nie stosowali nawożenia organicznego, nie stwierdzono obecności *Salmonella* spp. oraz bakterii z gatunku *Escherichia coli*. W glebach tych obecne były jedynie bakterie z grupy coli na poziomie 1,00 log j.t.k./g. W glebach nawożonych gnojówką i gnojowicą liczba pałeczek *Salmonella* spp. kształtowała się na poziomie 1,00 - 2,30 log j.t.k./g, jak również stwierdzono podwyższoną zawartość wszystkich badanych mikroorganizmów.

W runi łąkowej zebranej z użytków zielonych nawożonych gnojówką i gnojowicą stwierdzono obecność pałeczek *Salmonella* spp., w liczbie od 1,00 do 1,30 log j.t.k./g. Niezależnie od sposobu nawożenia łąk nie stwierdzono w zielonce obecności *Escherichia coli*, przy wysokim poziomie bakterii z grupy coli na poziomie od 5,60 do 5,90 log j.t.k./g.

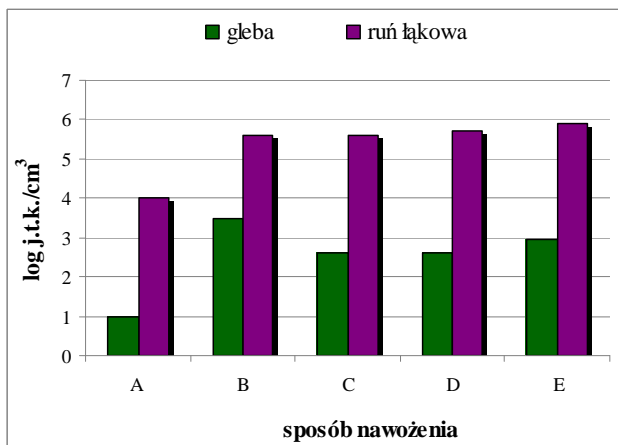
Tab. 1. Liczba bakterii patogennych w glebie oraz w runi łąkowej przy różnych sposobach jej nawożenia organicznego
 Table 1. Number of pathogenic bacteria in soil and meadow sward grown in soil amended with different sorts of organic manure

Sposób nawożenia TUZ	Liczba mikroorganizmów, log j.t.k./g					
	<i>Salmonella</i> spp.		<i>Escherichia coli</i>		Bakterie z grupy coli	
	Gleba	Ruń łąkowa	Gleba	Ruń łąkowa	Gleba	Ruń łąkowa
Brak nawożenia (A)	brak	brak	brak	brak	1,00	4,00
Gnojówka stosowana wiosną 15 m ³ /ha (B)	1,00	1,00	2,00	brak	3,48	5,60
Gnojówka stosowana wiosną i po pierwszym pokosie 25 m ³ /ha (C)	1,30	1,00	2,00	brak	2,60	5,60
Gnojówka stosowana wiosną i po każdym pokosie 30 m ³ /ha (D)	2,30	1,30	2,30	brak	2,60	5,70
Gnojowica stosowana jesienią i po każdym pokosie runi łąkowej 24 m ³ /ha (E)	2,30	1,30	3,00	brak	2,95	5,90



Rys. 1. Liczba bakterii z rodzaju *Salmonella* w glebie oraz w runi łąkowej przy różnych sposobach jej nawożenia organicznego

Fig. 1. Number of bacteria from *Salmonella* genera in soil and meadow sward grown in soil amended with different sorts of organic manure



Rys. 2. Liczba bakterii z grupy coli w glebie oraz w runi łąkowej przy różnych sposobach jej nawożenia organicznego
 Fig. 2. Number of coliform bacteria in soil and meadow sward grown in soil amended with different sorts of organic manure

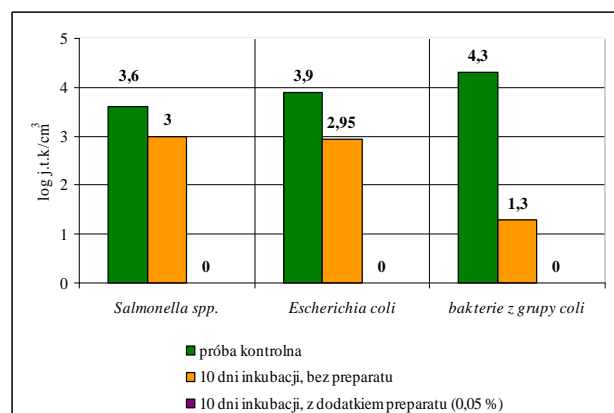
W przypadku runi łąkowej, którą zbierano z nie nawożonych użytków zielonych, nie wykrywano bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz nie obserwowano obecności bakterii *Escherichia coli*, a liczba bakterii z grupy coli wynosiła 4,00 log j.t.k./g, czyli ponad 10-krotnie mniej, w stosunku do liczby bakterii z grupy coli w runi rosnącej na glebach nawożonych.

Zdolnością do hamowania rozwoju bakterii patogennych charakteryzują się niektóre szczepy z gatunków: *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus acidophilus* i *Lactobacillus casei* [16, 17].

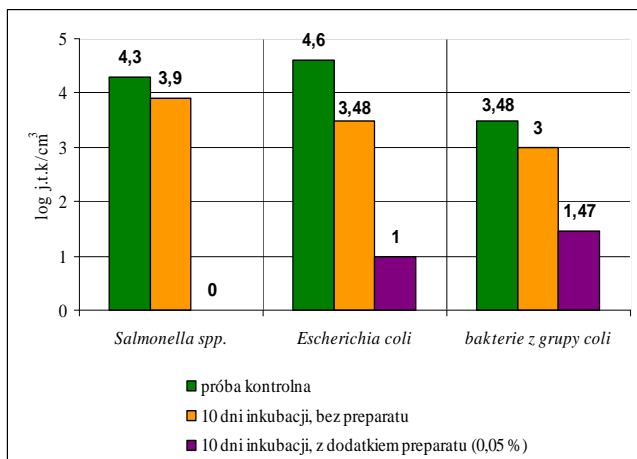
W doświadczeniu modelowym oceniono efekt działania preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego, zawierającego szczepy bakterii fermentacji mlekowej o aktywności hamowania rozwoju bakterii patogennych, na obniżenie ich zawartości w płynnych nawozach organicznych: gnojówce i gnojowicy bydłowej. Wyniki doświadczenia przedstawiono na rys. 3 i 4.

Pod wpływem działania preparatu po 10 dniach inkubacji nawozu z kulturą starterową bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, w temperaturze pokojowej, następowała pełna eliminacja bakterii *Salmonella* spp. w obu rodzajach badanych nawozów. W gnojówce nastąpiła również pełna eliminacja bakterii *Escherichia coli* i bakterii z grupy coli; natomiast w gnojowicy nastąpiło obniżenie ich zawartości odpowiednio z 4,60 log do 1,00 log j.t.k./ml i z 3,48 do wartości 1,47 log j.t.k./g.

Mechanizm działania bakterii fermentacji mlekowej nie jest jeszcze w pełni poznany. Hamowanie rozwoju bakterii patogennych, drożdży i pleśni prawdopodobnie jest wynikiem synergicznego działania wytwarzanych przez bakterie fermentacji mlekowej metabolitów: bakteriocyn, kwasu mlekowego i octowego, nadtlenu wodoru, peroksydazy mleczanowej, lizozymu, reuteryny i glikolu propylenowego, które hamują ich rozwój [13, 18].



Rys. 3. Wpływ kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej na obniżenie zawartości mikroorganizmów patogennych w czasie 10-dniowej inkubacji gnojówki
 Fig. 3. Impact of lactic acid bacteria starter culture on lowering number of pathogenic microorganisms during 10-day incubation with liquid manure



Rys. 4. Wpływ kultury starterowej bakterii fermentacji mlekowej na obniżenie zawartości mikroorganizmów patogennych w czasie 10-dniowej inkubacji gnojowicy
 Fig. 4. Impact of lactic acid bacteria starter culture on lowering number of pathogenic microorganisms during 10-day incubation with slurry

Aktywność antibakteryjna szczepów bakterii fermentacji mlekowej jest wynikiem działania syntetyzowanych przez nie metabolitów i ich synergicznego działania [13, 17].

Stosowanie preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego do produkcji kiszzonek jest bardzo ważne w gospodarstwach ekologicznych, ponieważ nawożenie nie do końca przefermentowaną gnojówką lub gnojowicą trwałych użytków zielonych, może być przyczyną skażenia materiału roślinnego bakteriami potencjalnie patogennymi, co wykazano porównując skażenie runi łąkowej pochodzącej z TUZ, przy stosowaniu różnych sposobów i ilości płynnych nawozów oraz terminów nawożenia.

5. Wnioski

1. W glebach trwałych użytków zielonych w gospodarstwach ekologicznych, w których rolnicy nie stosowali nawożenia organicznego, nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* spp. oraz *Escherichia coli*, w tych glebach obecne były w liczbie 1,00 log j.t.k./g bakterie z grupy coli. Nawożenie gleb gnojówką lub gnojowicą wpływało na obecność wszystkich wymienionych grup drobnoustrojów potencjalnie patogennych w glebie.
2. W runi łąkowej zebranej z ekologicznych użytków zielonych nawożonych gnojówką i gnojowicą stwierdzono obecność *Salmonella* spp. Natomiast niezależnie od sposobu nawożenia nie stwierdzono obecności *Escherichia coli*, przy wysokim poziomie bakterii z grupy coli.
3. W warunkach modelowych stosowanie preparatu bakteryjno-mineralno-witaminowego w ilości 0,05% ww. wpłynęło istotnie na obniżenie liczby lub całkowitą eliminację bakterii *Salmonella* spp., bakterii z grupy coli oraz *Escherichia coli* w płynnych nawozach organicznych.

Praca została wykonana w ramach badań prowadzonych na rzecz rolnictwa ekologicznego, dotowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

6. Literatura

- [1] Jankowska-Huflejt H., Zastawny J., Wróbel B., Burs W.: Przyrodnicze i ekonomiczne uwarunkowania rozwoju łąkarskich gospodarstw ekologicznych w Polsce. W: Perspektywy gospodarowania na trwałych użytkach zielonych w ramach „Wspólnej polityki rolnej UE”. Pod red. H. Jankowska-Huflejt. Mat. Seminaryjne, 2004, 49: 37-50.
- [2] Okularczyk S.: Dylematy ekologicznej produkcji zwierzęcej w polskich uwarunkowaniach ekonomicznych i rynkowych. Przegląd Hodowlany, 2004, 3: 1-3.
- [3] Domański P.J.: Nawożenie łąk i pastwisk. Agroserwis. Trawy i rośliny motylkowate, 2005.
- [4] Dziennik Ustaw z 2004 r. nr 236 poz. 2369: Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu.
- [5] Rozporządzenie (WE) nr 2160/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 listopada 2003 r. w sprawie zwalczania salmonelli i innych określonych odzwierzęcych czynników chorobotwórczych przenoszonych przez żywność
- [6] Kwiatek K. (red.): Bezpieczeństwo pasz dla bezpieczeństwa żywności. Monografia. Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy, 2007.
- [7] Holley R. A., Arrus K. M., Omiński K. H., Tenuta M. Blank G.: *Salmonella* survival in manure-treated soils during simulated seasonal temperature exposure. J. Environ. Qual., 2006, 35: 1170-1180.
- [8] You Y., Rankin S. C., Aceto H. W., Benson C. E., Toth J. D., Dou Z.: Survival of *Salmonella enterica* serovar Newport in manure and manure-amended soils. Appl. Environ. Microbiol., 2006, 72: 5777-5783.
- [9] Zaleski K.J., Josephson K.L., Gerba C.P., Pepper I.L.: Survival, growth and regrowth of enteric indicator and pathogenic bacteria in biosolids, compost, soil and land applied biosolids. J. Res. Sci. Technol., 2005, 2: 49-63.
- [10] Kudva I.T., Blanch K., Hovde C.J.: Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry. Appl. Environ. Microbiol., 1998, 64 (9): 3166-3174.
- [11] Paluszak Z., Ligocka A., Breza-Boruta B., Olszewska H.: The survival of selected fecal bacteria in peat soil amended with slurry. electronic J. of Polish Agricultural Universities. Series Animal Husbandry, 2004, 2 (6).
- [12] Davies D.R., Merry R.J. and Bakewell E.L.: The effect of timing of slurry application on the microflora of grass, and changes occurring during silage fermentation; Grass and Forage Sci., 1996, 51: 42-51.
- [13] Stecka K.M., Grzybowski R.A., Chabłowska B., Szkudzińska-Rzeszowiak E.: Aktywność antagonistyczna wybranych szczepów bakterii fermentacji mlekowej. Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności, PAN Olsztyn, 2007.
- [14] Zielińska K., Stecka K. M., Suterska A., Miecznikowski A.: Wpływ ekologicznej technologii kiszzenia runi łąkowej na hamowanie rozwoju pleśni wytwarzających mikotoksyny. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2007, 1 (55): 61-70.
- [15] Ogunbanwo S.T., Enitan A.M., Emeya P., Okanlawon B.M.: Influence of lactic acid bacteria on fungal growth and aflatoxin production in ogi, an indigenous fermented food. Advances in Food Sciences, 2005, 27(4): 189-184.
- [16] Dimova M.I.: Some probiotic properties of bacteriocinogenic strain *Lactobacillus plantarum* UCM B-2705. 9-th Symposium on Lactic Acid Bacteria. FEMS. The Netherlands, 2008.
- [17] Edrington T.S., Fox W.E., Callaway T.R., Anderson R.C., Hoffman D.W., Nisbet D.J.: Pathogen prevalence and influence of composted dairy manure application on antimicrobial resistance profiles of commensal soil bacteria. Foodborne pathogens and disease, 2009, 2 (6): 217-221.
- [18] Karunaratne A., Wezenberg E., Bullerman L.B.: Inhibition of mold growth and aflatoxin production by *Lactobacillus* spp. Food Prot., 1990, 53: 230-236.