

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ТОРОВАТА ПОСТЕЛЯ В ПТИЦЕВЪДНИ ФЕРМИ: 1. ПРИЛАГАНЕ НА БАКТЕРИАЛНО-ЕНЗИМНА ДОБАВКА ПРИ КОКОШКИ – НОСАЧКИ

Васил Василев*, Евгени Видев
Земеделски институт – Стара Загора
*E-mail: vsvqualitet@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването беше да се установят стойностите на рН, влага, азот (NH_4^+ -N; NO_3^- -N; общ N) и общ С на торова постеля от кокошки – носачки (ТПКН), третирана с бактериално-ензимен продукт Micropan® Normal (Eurovix, Italy). Изследването беше проведено в птицефермата на Земеделски институт – Стара Загора, за период от 61 дни, до вземане на последната проба. Третирането беше извършено на 1-, 15-, 29-, 40- и 54-ия ден от опита. Средни проби за лабораторен анализ бяха взети на 8-, 12-, 19-, 26-, 33-, 40-, 50-, 54- и 61-ия ден от опита. Установено е, че няма значими различия в средните стойности на рН на опитните проби (ОП) и контролните проби (КП) – $8,68 \pm 0,23$ и $8,75 \pm 0,12$, съответно. Влагата в ОП намалява значително ($P < 0,001$) с 35,4%. Концентрацията на NH_4^+ -N и съотношението NH_4^+ -N:общ N в третираната ТПКН намаляват средно за опита с 15,6% (n.s.; $P = 0,128$) и 34,6% ($P < 0,01$), съответно, докато третирането няма значим ефект върху концентрациите на NO_3^- -N. След 19-ия ден концентрацията на NH_4^+ -N в третираната постеля намалява значително ($P = 0,012$) с 28,51% спрямо контролата. Процентите на общ N и общ С нарастват значително при третираната ТПКН с 35,03% ($P < 0,01$) и 31,34% ($P < 0,001$), съответно. Съотношението C:N е $8,46 \pm 0,60$ и $8,64 \pm 0,52$ за ОП и КП, съответно, без значими различия.

Ключови думи: кокошки – носачки, торова постеля, третиране, бактериално-ензимна добавка

OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE CHARACTERISTICS OF MANURE LITTER IN POULTRY FARMS: 1. APPLICATION OF BACTERIAL-ENZYMATIC ADDITIVE IN LAYING HENS

V. Vasilev*, E. Videv
Agricultural institute – Stara Zagora
*E-mail: vsvqualitet@abv.bg

ABSTRACT

The aim of this study was to establish the values of pH, moisture, nitrogen (NH_4^+ -N; NO_3^- -N; and total N) and total carbon in the laying hens manure litter (LHML), treated by bacterial-enzymatic product Micropan® Normal (Eurovix, Italy). The study has been carried out at the poultry farm of the Agricultural institute – Stara Zagora for a period of 61 days, when the last sample was taken. The treatment was done at the days 1, 15, 29, 40 and 54 of the experiment. The composite samples for the purposes of laboratory analysis were taken at days 8, 12, 19, 26, 33, 40, 50, 54 and 61 of the experiment.

It was established that there were no significant differences between the experimental samples (ES) and control samples (CS) average values of the pH (8.68 ± 0.23 and 8.75 ± 0.12 , respectively). The moisture of the ES decreased significantly ($P < 0.001$) by 35.4% in comparison with CS. The NH_4^+ -N concentrations and the NH_4^+ -N:total N ratio in the treated LHML decreased by 15.6% (n.s.; $P = 0.128$) and 34.6% ($P < 0.01$), respectively, whereas the treatment had no significant effect on the NO_3^- -N concentrations. After day 19 the concentration of NH_4^+ -N in treated litter decreased significantly ($P = 0.012$) by 28.51%. There were significant increases in the percentages of the total N and total C in the treated LHML by 35.03% ($P < 0.01$) and 31.34% ($P < 0.001$), respectively. The C:N ratio was 8.46 ± 0.60 and 8.64 ± 0.52 for ES and CS, respectively, with no significant differences.

Key words: laying hens, manure litter, treatment, bacterial-enzymatic additive

Традиционно, кокошките – носачки се отглеждат в клетъчни системи, където торът може да се събира или на транспортна лента, или да пада в яма за съхранение, или на купчина под клетките. Носачките се отглеждат също и върху дълбока постеля (Xin and Berry, 1995).

Значителни количества азот (N) се консумират с храната и се екскретират от птиците. Екскрецията на N основно се дължи на излишък на протеин и аминокиселини в храната. Този излишък се получава, тъй като съотношенията на аминокиселините в дажбите за птици не са перфектно балансирани (Ritz et al., 2004). В практическите дажби за птици приблизително една-трета от N се включва в тъканите и яйцата и две-трети се екскретират (Ritz et al., 2004). При птиците N се екскретира като пикочна киселина и като несмлян протеин във фекалния отпадък. Приблизително 50% от съдържанието на N в прясно екскретиран птичи тор е под формата на пикочна киселина. Азотът в пикочната киселина може да бъде много бързо превърнат в амоняк (NH_3) чрез хидролиза, минерализация и изпарение (Oenema et al., 2001). Въз основа на сумата от N, определен от тора, яйцата и трупчетата, приблизително 40% от входящия хранителен N се загубват в атмосферата като NH_3 (Patterson and Lorenz, 1996). Sims and Wolf (1994) посочват, че повече от 50% от общия N в птичия тор може да се изгуби чрез изпарение на NH_3 , докато Hartung (1990) съобщава, че

37% от всички загуби на N са под формата на NH_3 . Според Moore (1998) по-голямата част от загубата на NH_3 от торова постеля от бройлери и тор от кокошки – носачки вероятно се получава, когато постелята и торът са все още в помещението, тъй като преобразуването на пикочната киселина в NH_3 е бърз процес.

Най-важните параметри за емисиите на NH_3 от сгради за отглеждане на птици са температура, pH, скорост на въздуха, относителна влажност и водна активност, т.е. наличието на вода за микроорганизмите в постелята. Високи концентрации на NH_3 (50-200 ppm) са докладвани в помещения за птици при повторно използване на стара постеля, намалена вентилация и прекомерна влага в студено време, поради кондензация и воден теч (Carlile, 1984; Wathes et al., 1997). Изразено е безпокойство по отношение на NH_3 в помещенията за птици въз основа на благополучието (welfare) на животните (Kristensen and Wathes, 2000). Bekker et al. (2004) установяват, че NH_3 в помещенията за отглеждане на птици понижава продуктивността и може да увеличи податливостта им към заболявания. Стандартите за концентрация все още не са установени, но първоначалните предложения са в границите от 10 ppm до 25 ppm като максимално ниво (National Chicken Council, 2003). Поддържането на такива ниски концентрации ще бъде трудно предизвикателство при настоящите търговски производствени практики без потенциала за поста-

вяне на прекомерна финансова тежест върху производителите (Ritz et al., 2004).

Разработените технологии за контрол на емисиите от животновъдството представят потенциал за ограничаване на NH_3 и миризмите. Според Arogo et al. (2001), редуциращите NH_3 добавки за тора са ефективни, ако: 1) директно адсорбират NH_4^+ и NH_3 ; 2) намаляват рН на тора; 3) насърчават микробното производство на органични киселини, които намаляват рН на тора; 4) увеличават микробната имобилизация на N; 5) инхибират микробния растеж.

Целта на изследването беше да се установи ефектът от прилагането на бактериално-ензимен продукт Micropan® Normal при производствени условия върху основни характеристики на торовата постеля от кокошки – носачки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът беше проведен в птицефермата на Земеделски институт – Стара Загора, намираща се в с. Малко Кадиево, в периода от 27.02.2015 г. до 28.04.2015 г. (общо 61 дни, до вземане на последната проба), в производствена сграда за кокошки – носачки от породата Плимутрок, при гъстота на настаняване 5 бр./ m^2 , хранени със сухи фуражни смески (16% суров протеин). Помещението е с бетонен под и за постелъчен материал се използват дървени стърготини, талаш и слама. В опитния период не беше добавяна нова постеля. Преди първото третиране беше извършено повърхностно разрохкване (до 5 cm) на старата торова постеля, която беше на приблизителна възраст 6 месеца и с дебелина 10–15 cm. Опитната площ бе 40 m^2 и беше третирана с бактериално-ензимен продукт Micropan® Normal по следната схема: 10 g/ m^2 на 1-ия, 15-ия и 29-ия ден, и с 5 g/ m^2 (поддържаща фаза) на 40-ия и 54-ия ден от опита. Третирането беше извършвано ръчно и равномерно по цялата повърхност с пригодени за целта „солници“.

Проби за анализ бяха взети на 8-, 12-, 19-, 26-, 33-, 40-, 50-, 54- и 61-ия ден от опита. За получаване на представителна проба беше взиман материал (на сравнително еднаква възраст) от най-малко 10 точки (подпроби) от торовата повърхност и след миксиране беше отделяна средна проба. Взетите проби се запечатваха във фризерни торбички, които се обезвъздушаваха. Остатъкът от материала беше разпръскван върху опитната площ. Анализите на рН, влага и амониев азот бяха извършвани непосредствено след вземане на пробите в лабораторията на Земеделски институт – Стара Загора. Анализирани бяха следните показатели: рН (H_2O) – чрез LaMotte – рН 5 PLUS (LaMotte Company, Chestertown, Maryland 21620 USA); влага (%); амониев азот (NH_4^+ -N, mg/kg) и нитратен азот (NO_3^- -N, mg/kg) – колориметрично определяне чрез LaMotte – SMART3 Colorimeter (LaMotte Company, Chestertown, Maryland 21620 USA). Количественото определяне на съдържанието на NH_4^+ -N е извършено след екстракция с разтвор на 2N KCl и оцветяване на получения филтрат с реагент на Неслер (Nesslerization method); общ азот (N, %) и общ въглерод (C, %) – инструментален анализ. Изчислени бяха и съотношенията общ C:общ N и NH_4^+ -N:общ N.

Статистическата обработка на данните се извърши чрез MYSTAT 12 (SYSTAT Software, Inc., 2007).

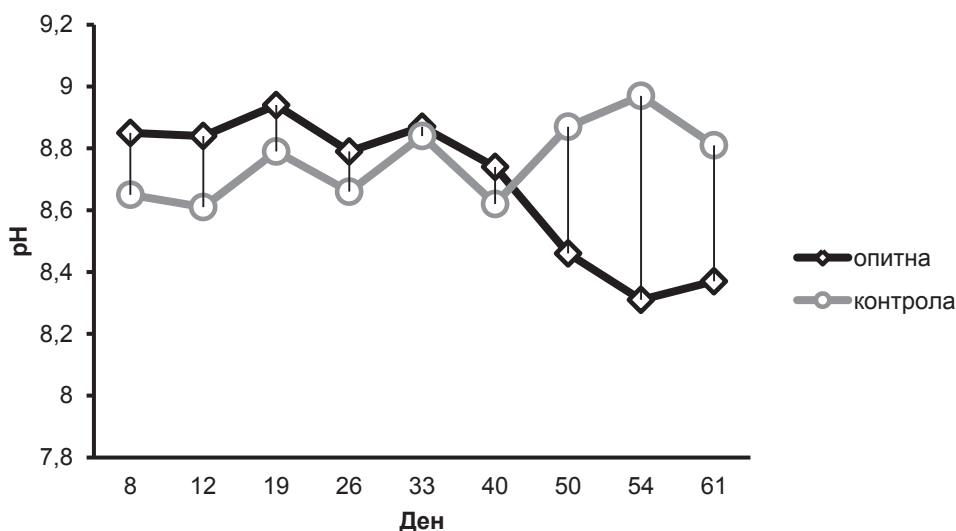
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В табл. 1 са представени получените резултати от третирането с бактериално-ензимен биостимулатор Micropan® Normal на торова постеля (ТП) от кокошки – носачки. При признака **рН** не са наблюдавани значими различия, като средната му стойност за опитните проби (ОП) е $8,68 \pm 0,23$, а за контролните проби (КП) – $8,75 \pm 0,12$. Степента на вариране при ОП е два пъти по-висока ($CV = 2,64\%$) от тази на КП ($CV = 1,37\%$), което е резултат от понижаването на стойностите на

Таблица 1. Основни параметри на изследваните признаци на нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка Micropan® Normal на торова постеля от кокошки – носачки
Table 1. Basic parameters of the investigated indicators of untreated and treated by bacterial-enzymatic additive Micropan® Normal laying hens manure litter

Анализирани показатели Analyzed parameters	Проба (n) Sample (n)	Статистически параметри Statistical parameters			
		$\bar{x} \pm SD$	min – max	CV, %	P
pH (H ₂ O)	O (9)	8,68 ± 0,23	8,31 – 8,94	2,64	n.s.
	K (9)	8,75 ± 0,12	8,61 – 8,97	1,37	
Влага (%) Moisture (%)	O (9)	30,3 ± 9,21	15,8 – 43,6	30,39	***
	K (9)	46,9 ± 3,16	42,9 – 50,0	6,73	
NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	O (9)	4751,7 ± 833,8	3641 – 5900	17,54	n.s. (P = 0,128)
	K (9)	5627,5 ± 748,3	4600 – 6919	13,29	
NO ₃ ⁻ -N (mg/kg)	O (5)	86,5 ± 72,8	18,5 – 167,0	84,16	n.s.
	K (4)	61,2 ± 36,1	34,0 – 112,5	58,98	
Общ N (%) Total N (%)	O (9)	2,837 ± 0,491	2,378 – 3,594	17,3	**
	K (9)	2,101 ± 0,197	1,586 – 2,228	9,37	
Общ C (%) Total C (%)	O (9)	23,825 ± 2,881	20,35 – 27,81	12,09	***
	K (9)	18,139 ± 1,579	14,735 – 20,458	8,7	
C:N съотношение C:N ratio	O (9)	8,46 ± 0,60	7,59 – 9,41	7,09	n.s.
	K (9)	8,64 ± 0,52	7,7 – 9,4	6,01	
NH ₄ ⁺ -N:Общ N NH ₄ ⁺ -N:Total N ratio	O (9)	0,17 ± 0,05	0,1 – 0,24	29,41	**
	K (9)	0,26 ± 0,05	0,21 – 0,36	19,23	

O = опитна проба (experimental sample); K = контрола (control); ** - P < 0,01; *** - P < 0,001



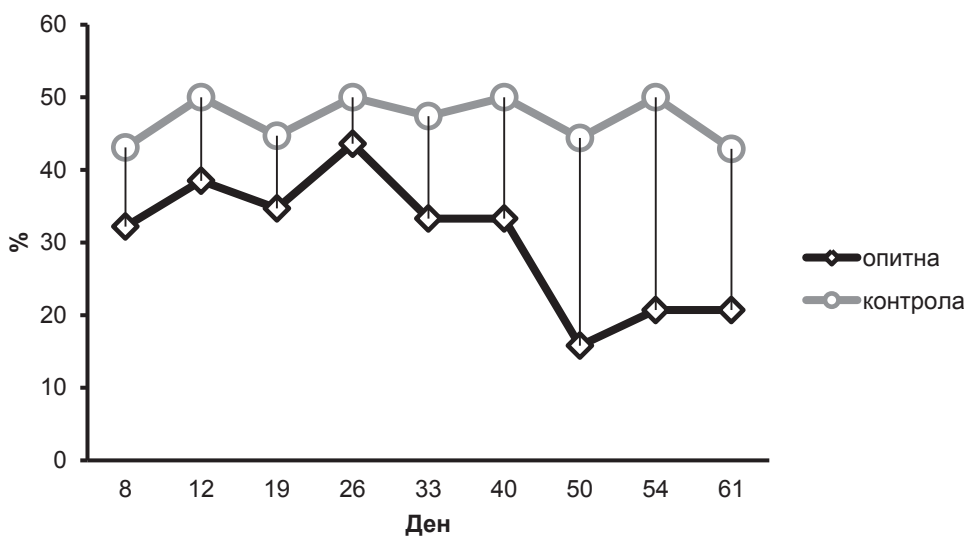
Фиг. 1. Динамика на стойностите на рН на нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торова постеля от кокошки – носачки
Fig. 1. Dynamics in pH values of untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter

pH на ОП до 8,46, 8,31 и 8,37 на 50-, 54- и 61-ия ден от опита, съответно (фиг. 1).

Процентът **влага** в третираната ТП от кокошки – носачки намалява значително ($P < 0,001$) с 35,4% средно за опитния период, спрямо нетретираната ТП. Средната стойност на съдържание на влага в ОП е $30,3 \pm 9,21\%$, за КП – $46,9 \pm 3,16\%$. На 50-, 54- и 61-ия ден от опита, влагата в третираната ТП намалява до 15,8, 20,7 и 20,7%, съответно (фиг. 2), което съответства и на понижените стойности на pH в този период. Варирането на процента влага при ОП е значително по-високо ($CV = 30,39\%$), сравнено с КП ($CV = 6,73\%$). Значителното намаляване на влагата в ТП е благоприятно по отношение производството на NH_4^+ , защото водата е необходима за бактериалната активност (Groot Koerkamp, 1994). Така производството на NH_4^+ е оптимално – между 40 и 60% съдържание на влага, но отделянето намалява при стойности над и под този диапазон (Elliot and Collins, 1983). Yang et al. (2000) показват, че съотношението $\text{NH}_3/\text{общ N}$ в тора от кокошки – носачки е пропорционално на съдържанието на влага. Наблюдаваната връзка в това проучване е съгласувана с докладваното от Lorimor (1998),

че по-високото съдържание на сухо вещество и по-ниската влага на тора съответстват на по-нисък NH_3 като фракция от общия N в тора. Влагата в тора от кокошки – носачки е критичен фактор за задържане на N (Groot Koerkamp, 1998).

Средната стойност на концентрация на **амониев азот ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)** за ОП е $4751,7 \pm 833,8 \text{ mg/kg}$, а за КП – $5627,5 \pm 748,3 \text{ mg/kg}$, при $CV = 17,54$ и $13,29\%$, съответно. Динамиката на този признак за опитния период е представена на фиг. 3. Установено е намаляване на концентрацията на $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ в третираната ТП с 15,6% спрямо контролата, но разликата не е статистически значима ($P = 0,128$). Когато $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ се изрази като част от общия N (фиг. 4), съотношението $\text{NH}_4^+ - \text{N}:\text{Общ N}$ в третираната ТП намалява с 34,6% средно за опитния период ($P < 0,01$). Съотношението е със средна стойност $0,17 \pm 0,05$ за ОП ($CV = 29,41\%$) и $0,26 \pm 0,05$ за КП ($CV = 19,23\%$). Основните промени в концентрацията на $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ и съотношението $\text{NH}_4^+ - \text{N}:\text{Общ N}$ в третираната ТП, изразяващи се в повишена асимилация, настъпват след 26-ия ден от опита (фиг. 3 и 4). След корекция на данните чрез изключване от статистическата обработка на резулта-

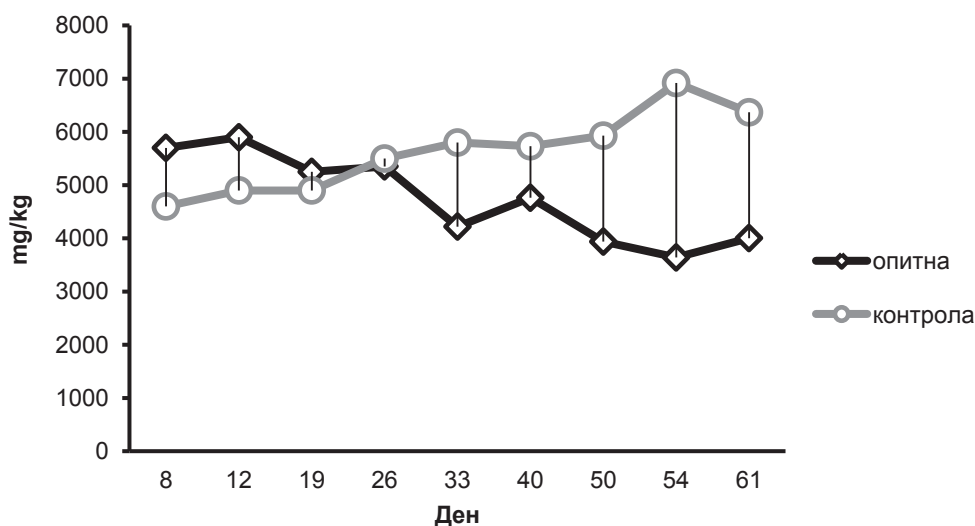


Фиг. 2. Динамика на влагата в нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торова постеля от кокошки – носачки

Fig. 2. Dynamics in moisture of untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter

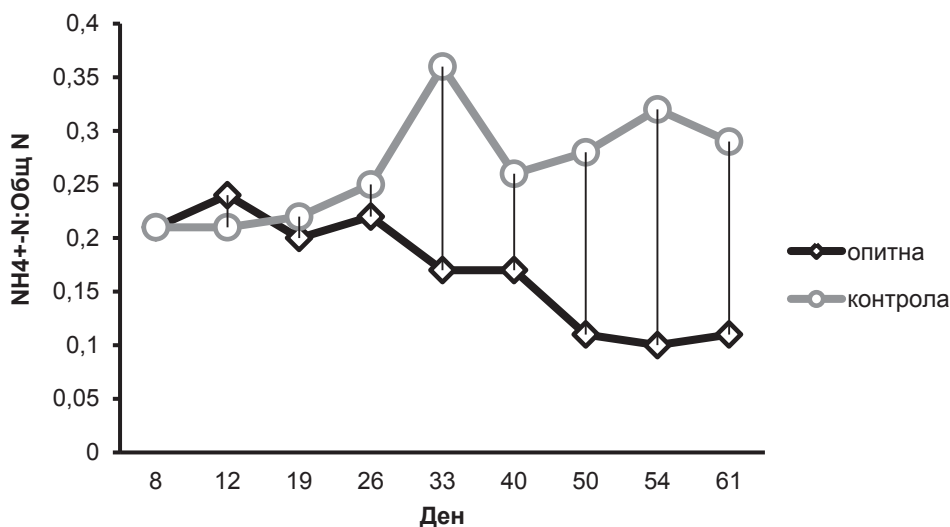
тите за NH_4^+ -N до 19-ия ден и прилагане на t-test за останалата част от опитния период ($n = 6$), концентрацията на NH_4^+ -N в третираната ТП намалява значително ($P = 0,012$), с 28,51% спрямо контролата.

По съдържание на **нитратен азот** (NO_3^- -N) не се отчитат значими разлики между ОП и КП и стойностите са с високо вариране ($CV = 84,16$ и $58,98\%$, съответно), показващо значителни различия и нехомогенност в сте-



Фиг. 3. Динамика в концентрацията на NH_4^+ -N в нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торова постеля от кокошки – носачки

Fig. 3. Dynamics in the concentration of NH_4^+ -N of untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter



Фиг. 4. Съотношение NH_4^+ -N:Общ N в нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торова постеля от кокошки – носачки

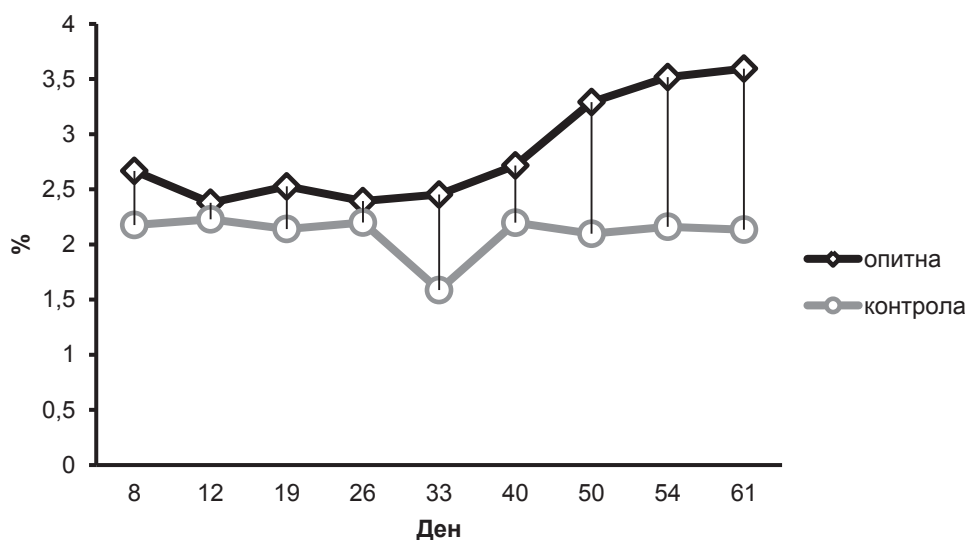
Fig. 4. NH_4^+ -N:Total N ratio of untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter

пента на нитрификация в торвата постеля. Средната стойност за ОП е $86,5 \pm 72,8$ mg/kg, за КП – $61,2 \pm 36,1$ mg/kg. Не са отчетени концентрации на NO_3^- -N в опитните проби, взети на 26-, 33-, 40- и 50-ия ден, и в контролните проби, взети на 19-, 26-, 33-, 40- и 50-ия ден от опита.

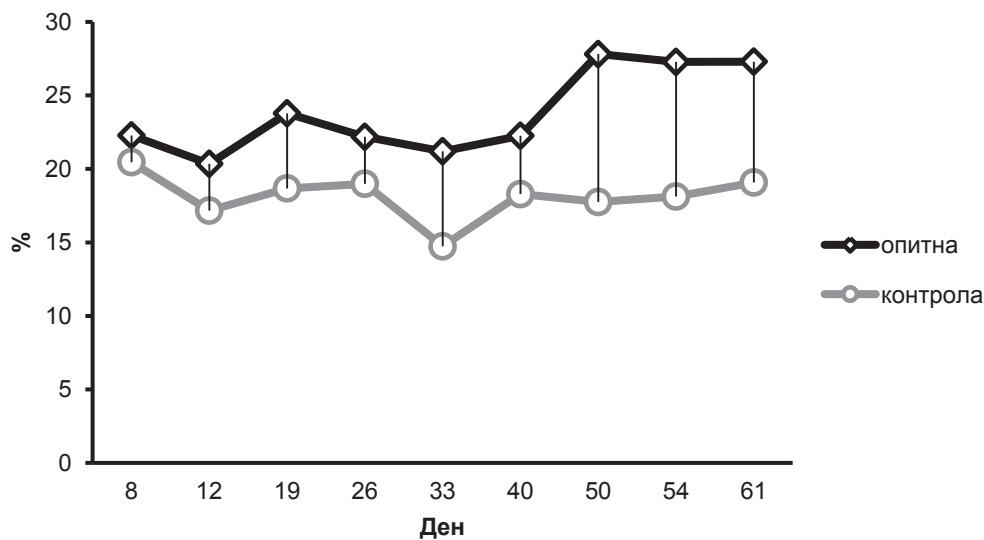
При кокошките е отчетено значително повишаване на процентите на общ N ($P < 0,01$) и общ С ($P < 0,001$) в третираната ТП, което, както и при говедата (Vasilev et al., 2015), вероятно е свързано с нарастване на броя микроорганизми в тора. **Общият N** в третираната ТП се увеличава с 35,03%, като средната му стойност е $2,837 \pm 0,491\%$ за ОП и $2,101 \pm 0,197\%$ за КП. Степента на вариране при ОП е почти два пъти по-висока ($CV = 17,3\%$), в сравнение с тази при КП ($CV = 9,37\%$). Стойността на общия N за КП е по-ниска от съобщената в по-старо изследване, проведено в същата ферма от Kostadinova et al. (2015), които за месеците март и април 2009 г. установяват стойности на общ N в постелята от кокошки съответно 2,74 и 2,69%. Средно за целия 10-месечен период на тяхното проучване (септември 2008 г. – юни 2009 г.) общият N в постелята е $2,49 \pm 0,15\%$ при $CV = 18,5\%$.

Процентът на **общ С** в третираната ТП в нашето изследване нараства с 31,34% спрямо контролата, със средни стойности $23,825 \pm 2,881\%$ за ОП ($CV = 12,09\%$), и $18,139 \pm 1,579\%$ за КП ($CV = 8,7\%$). Стойностите на N и С са с по-висока степен на вариране при ОП. Фигури 5 и 6 показват, че увеличаването на N и С в третираната ТП е по-изразено след 26-ия ден от опита. Todorova and Ivanova (2013) също отчитат значително по-високи проценти на общ N и С в компост, получен от кокоши тор и пшенична слама в лабораторни условия, чрез използване на бактериална добавка (*Bacillus subtilis* TS 01). В тяхното изследване общият N е 1,1% за контролата, и 1,7% в пробата с добавка. Общият С е 8,45% за контролата, и 14,42% за пробата с добавка, което е основно за сметка на увеличаването на процента на хуминовите киселини, които са главният компонент на хумуса. Органолептичната оценка показва, че компостът, получен с участие на добавка, е тъмнокафяв, рохкав, мек и с миризма на почва. Липсва миризма на амоняк.

Съотношението C:N в нашето изследване остава аналогично и с незначително вариране за ОП и КП ($CV = 7,09$ и $6,01\%$, съответно).



Фиг. 5. Динамика на общия N в нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торва постеля от кокошки – носачки
Fig. 5. Dynamics of total N in untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter



Фиг. 6. Динамика на общия С в нетретирана и третирана с бактериално-ензимна добавка торова постеля от кокошки – носачки
Fig. 6. Dynamics of total C in untreated and treated by bacterial-enzymatic additive laying hens manure litter

Средната му стойност е $8,46 \pm 0,60$ за ОП, и $8,64 \pm 0,52$ за КП. Понижаването на съотношението С:N до стойности под 10 води до намаляване степента на асимилация на N от микроорганизмите (Chadwick et al., 2000), което може частично да обясни по-ниския процент асимилиран NH_4^+ -N в тора от кокошките, в сравнение с говедата, при които съотношението С:N е над 10 (Vasilev et al., 2015).

ИЗВОДИ

Третирането на торовата постеля от кокошки – носачки с бактериално-ензимна добавка Microman® Normal няма значим ефект върху стойностите на рН, докато влагата намалява значително ($P < 0,001$) с 35,4% средно за опитния период, спрямо нетретираната контрола.

Установено е намаляване на концентрацията на NH_4^+ -N в третираната торова постеля с 15,6% спрямо контролата, средно за опитния период, но разликата не е статистически значима ($P = 0,128$). След 19-ия ден концен-

трацията на NH_4^+ -N в третираната торова постеля намалява значително ($P = 0,012$) с 28,51%, спрямо контролата. Когато NH_4^+ -N се изрази като част от общия N, съотношението NH_4^+ -N:Общ N в третираната ТП намалява с 34,6%, средно за опитния период ($P < 0,01$).

Отчетено е значително повишаване на процентите на общ N ($P < 0,01$) и общ С ($P < 0,001$) в третираната торова постеля, което вероятно е свързано с нарастване на броя микроорганизми в тора. Общият N и общият С в третираната торова постеля се увеличават с 35,03 и 31,34%, съответно, средно за опитния период.

ЛИТЕРАТУРА

Arogo, J., P. W. Westerman, A. J. Heber, W. P. Robarge, J. J. Classen, 2001. Ammonia emissions – A review. ASAE paper No. 014089.

Beker, A., S. L. Vanhooser, J. H. Swartzlander, R. G. Teeter, 2004. Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance. J. Appl. Poult. Res., 13: 5-9

- Carlile, F. S.**, 1984. Ammonia in poultry houses: A literature review. *World's Poultry Science Journal*, 40(2): 99-113
- Chadwick, D. R., B. F. Pain, S. K. E. Brookman**, 2000. Nitrous oxide and methane emissions following application of animal manures to grassland. *Journal of Environmental Quality*, 29, 277-287
- Elliot, H. A., N. E. Collins**, 1983. Chemical methods for controlling ammonia release from poultry manure. ASAE, paper 83-4521, p. 17.
- Groot Koerkamp, P. W. G., J. H. M. Metz, G. H. Uenk, V. R. Phillips, M. R. Holden, R. W. Sneath, J. L. Short, R. P. White, J. Hartung, J. Seedorf, M. Schroder, K. H. Linkert, S. Pedersen, H. Takai, J. O. Johnsen, C. M. Wathes**, 1998. Concentration and emission of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70: 79-85
- Groot Koerkamp, P. W. G.**, 1994. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 59, 73-87
- Hartung, J.**, 1990. Influence of housing and livestock on ammonia release from buildings. In: *Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming*, eds. V. C. Nielsen, J. H. Voorburg and P. L'Hermitte. The Netherlands: Elsevier Applied Science.
- Kostadinova, G., D. Dermendzhieva, R. Stefanova**, 2015. Agro-ecological assessment of layer hens' manure and litter. *Journal of Animal Science*, 3, 42-53 (BG)
- Kristensen, H. H., C. M. Wathes**, 2000. Ammonia and poultry welfare: A review. *Worlds Poult. Sci. J.*, 56: 235-245
- Lorimor, J. C.**, 1998. Ammonia losses from broadcast liquid manure. ASL-R1597, ISU Swine Research Report. AS-640. Ames, Iowa: Iowa State University.
- Moore, P. A.**, 1998. Best management practices for poultry manure utilization that enhance agricultural productivity and reduce pollution. In: *Animal Waste Utilization: Effective Use of Manure as a Soil Resource*. Chelsea, Mich.: Ann Arbor Press.
- National Chicken Council**, 2003. National Chicken Council animal welfare guidelines and audit checklist. Nat. Chicken Council, Washington, DC.
- Oenema, O., A. Bannink, S. G. Sommer, L. Velthof**, 2001. Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. In: *Nitrogen in the Environment: Sources, Problems, and Management*. R. F. Follet and J. L. Hatfield, ed. Elsevier Publ., New York.
- Patterson, P. H., E. S. Lorenz**, 1996. Manure nutrient production from commercial white leghorn hens. *J. Appl. Poultry Res.*, 5: 260-268
- Ritz, C. W., B. D. Fairchild, M. P. Lacy**, 2004. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. *J. Appl. Poult. Res.*, 13: 684-692
- Sims, J. T., D. C. Wolf**, 1994. Poultry manure management: Agricultural and environmental issues. *Advances Agron.*, 52: 1-83
- Todorova, S., I. Ivanova**, 2013. Characteristics of compost obtained by means of a bacterial supplement. *Proceedings of "Angel Kanchev" University of Ruse*, 52, 10.2, 223-228 (BG)
- Vasilev, V., E. Videv, J. Krustanov**, 2015. Treatment of dairy manure litter with bacterial-enzymatic bioactivator. *Journal of Animal Science*, 6, 40-45 (BG)
- Wathes, C. M., M. R. Holden, R. W. Sneath, R. P. White, V. R. Phillips**, 1997. Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science*, 38: 14-28
- Xin, H., I. L. Berry**, 1995. Minimum ventilation requirement and associated energy cost for aerial ammonia control in broiler housing. ASAE Paper No. 95-4483. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Yang, P., J. C. Lorimor, H. Xin**, 2000. Nitrogen losses from laying hen manure in commercial high-rise layer facilities. *Transactions of the ASAE*, 43(6): 1771-1780