

Влияние на добавката на кръвен здравец и куркума в комбинирани фуражи върху „Кларковете на енергийна дистрибуция/протеинова трансформация” при кокошки носачки

Димо Пенков^{1*}, Светлана Григорова²

¹Аграрен университет – Пловдив

²Институт по животновъдни науки – Костинброд

*Кореспонденция: Email: dimopenkov@gmail.com

Резюме

Проведено е сравнително изследване на влиянието на биологичноактивните добавки кръвен здравец (*Geranium sanguineum L.*) и куркума (*Curcuma longa L.*) върху трансформацията на енергия и протеин по еко-техническата верига „фураж – яйчен меланж“ при стокови носачки от хибрид Lohman Klassik Brown. Ползвани са нововъведени селекционно-технологично-екологични показатели – „Кларк на енергийна дистрибуция” (CED) и „Кларк на протеинова трансформация” (CPT).

CED от фуража към яйчния меланж е най-висок при контролната група (0,2147), сравнена с групата с добавен на кръвен здравец (0,2098) и куркума (0,2114).

CPT от фуража към яйчния меланж е с най-висока стойност при контролната група (0,2668), следвана от групата, получавала кръвен здравец (0,2549) и куркума – 0,2547.

Въпреки че разликите са статистически недостоверни ($P > 0,05$), налице е тенденция, че включването на 0,05% кръвен здравец и 0,5% куркума в комбинираните фуражи за кокошки носачки има по-скоро негативен ефект върху енергийната дистрибуция и трансформацията на протеина.

Ключови думи: Кларк на енергийна дистрибуция, Кларк на протеинова трансформация, кръвен здравец, куркума, носачки

Influence of turmeric and geranium sanguineum supplementation on “Clarcs of energy distribution/protein transformation” in laying hens

Dimo Penkov^{1*}, Svetlana Grigorova²

¹Agricultural University – Plovdiv, 4000 Plovdiv, 12. D. Mendeleev Blv., Bulgaria

²Department of Nutrition, Physiology, Ecology and Quality of Animal Production, Institute of Animal Sciences – Kostinbrod, Bulgaria

*Correspondence: E-mail : dimopenkov@gmail.com

Citation: Penkov, D., & Grigorova, S. (2021). Influence of turmeric and geranium sanguineum supplementation on “Clarcs of energy distribution/protein transformation” in laying hens. *Zhivotnovadni Nauki*, 58(6), 24-30 (Bg).

Abstract

A comparative study of the influence of biologically active additives *Geranium sanguineum* and turmeric (*Curcuma longa*) on the energy and protein transformation in the eco-technical chain “feed – egg mélange” in laying hens from Lohman Klassik Brown breed was conducted. Newly introduced selection-technological-ecological indicators were used in the present research: “Clarc of energy distribution” (CED) and “Clarc of protein transformation” (CPT).

The CED from feed to egg melange is higher for the control group (0.2147), compared to the group with added *Geranium sanguineum* (0.2098) and turmeric (0.2114).

CPT from feed to the egg melange is with highest value for the control group (0.2668), followed by the group received *Geranium sanguineum* (0.2549) and turmeric – 0.2547.

Although the differences are not statistically significant, there is a trend that the addition of 0.05% blood geranium and 0.5% turmeric to compound feeds for laying hens has a rather negative effect on energy distribution and on protein transformation.

Key words: Clarc of energy distribution, Clarc of protein transformation, *Geranium sanguineum*, turmeric, laying hens

Въведение

Съвременната тенденция в животновъдството е подобряване на продуктивния и репродуктивен потенциал на селскостопанските животни и птици (Mihaylova et al., 2020). В световен мащаб е голям интересът към откриване на нови и безопасни за човешкото здраве натурални източници на биологично-активни вещества (полифеноли; минерали; Омега 3 и Омега 6 мастни киселини; фитохормони и др.), които биха могли да заменят антибиотиците и синтетичните хормони в комбинираните фуражи за непрехватни животни и птици (Wallace et al., 2010; Abadjieva and Kistanova, 2011). Богат източник на биологичноактивни субстанции (БАС) са билките и подправките (Hirasa, K. and M. Takemasa, 1998; Frankič et al., 2009). Те са с широк спектър на действие (Wenk, 2002). Коренищата на растението куркума (*Curcuma longa* L., сем. *Zingiberaceae*) намират широко приложение в хранително-вкусовата и фармацевтична промишлености. Полифенолът куркумин (естествен жълт пигмент), който е с подчертано антибактериално, антифунгално и антиоксидантно действие, е основната биологично-активна съставка на тази подправка (Park et al., 2012; Puvaca et al., 2018). Khan et al. (2012)

описват подробно опитите за използването на куркумата като добавка към комбинираните фуражи за селскостопански птици. Билката кръвен здравец (*Geranium sanguineum* L., сем. *Geraniaceae*) е широко разпространена в нашата страна. Коренищата на това растение са богати на: дъбилни вещества; флавоноиди; гликозиди; моноциклични сесквитерпени (гермакрон, проантоцианиди, антоциани); етерично масло и др. (Pantev et al., 2006). Сухият екстракт от корените на кръвен здравец е със силно изразено антибактериално и антиоксидантно действие и представлява интерес и за фуражната промишленост (Grigorova et al., 2019).

Проследяването на трансформацията на хранителните вещества от фуража към животинската продукция придобива все по-нарастващ интерес поради две основни причини:

- По-висока усвояемост на хранителните вещества, която снижава разходите за производство на животинска продукция (Nikolova et al., 2000; Пенев and Пенков, 2002; Ivanova et al., 2014);

- При повече усвоени хранителни вещества от фуража се намалява екскрецията на отпадъчни продукти, което е от съществено значение за опазването на околната среда (Ilchev et al., 2008; Georgieva et al., 2008).

Нововъведените показатели „Кларк на енергийна дистрибуция” и „Кларк на протеинова трансформация” (Penkov and Genchev, 2019), адаптирани за екотехническата верига „фураж – кокоши яйца” (Penkov and Grigорова, 2020 а), отразяват обективно тази трансформация.

Целта на настоящото изследване е да се установи ефектът от включването на 0,05% сух екстракт от корените на кръвен здравец (*Geranium sanguineum L*) и 0,5% куркума (*Curcuma longa L.*) на прах в комбинираните фуражи за стокови носачки върху „Кларковите на енергийна дистрибуция/протеинова трансформация“ при кокошки от хибридната комбинация Lohman Klassik Brown.

Материал и методи

Изпитваният сух екстракт от кръвен здравец е производство на фирма Вемо-99, ООД, София, България. Активните субстанции в него са полифенолните съединения катехин (от 22,5% до 27,5%); танин (25%) и антоцианини (0,3%). Куркумата на прах (произход Индия), която използвахме в настоящия опит, съдържа 3,5% куркумин (основното биологичноактивно вещество на това растение).

В експерименталната база на Института по Животновъдни Науки – Костинброд беше проведен научен експеримент с общо 60 броя кокошки носачки от хибридната комбинация Lohman Klassik Brown на 80-седмична възраст в началото на опита и разделени на случаен принцип на контролна и 2 опитни групи в отделни боксове, по 20 птици във всяка. Кокошките бяха отглеждани подово на несменяема постеля при 16 часов светлинен режим, 70–85% относителна влажност на въздуха и температура на въздуха 21–24 °С. Опитът продължи 37 дни. Птиците от контролната и опитните групи получаваха един и същ комбиниран фураж за кокошки носачки включващ царевича, пшеница, слънчогледов шрот, соев шрот, слънчогледово олио, креда, монокалциев фосфат, комплексен премикс 6015 и антиоксидант (paradigmoks). Комплексният

премикс съдържа натриев бикарбонат, лизин, метионин, треонин, холин хлорид, 120 mg/kg Mn (MnO), 110 mg/kg Zn (ZnO), 140 mg/kg Fe (FeSO₄), 18 mg/kg Cu (CuSO₄), 1,80 mg/kg I (Ca(IO₃)₂), 0,35 mg/kg Se (Na₂SeO₃), 9900 UI Vitamin A (retinyl acetate), 3000 UI Vitamin D₃ (cholecalciferol), 30 mg/kg Vitamin E (dl alpha-tocopherol). Не съдържа нутритивни антибиотици, синтетични оцветители и каротиноиди и други стимуланти. Един kg фураж съдържа (при база 86% СВ): Обменна енергия (ОЕ, МЕ) – 11,40 MJ; Суров протеин (СП, СР) – 17,64%; Сурови мазнини (СМ, СФ) – 4,08%; Сурови влакнини (СВл, СФ) – 5,08%; Лизин (Lysine) – 0,89%; Метионин (Methionine) – 0,48%; Калций (Ca) – 3,65%; Фосфор (P) – 0,56%, рН – 6,22. Към фуража на първа опитна група са добавени 0,05% сух екстракт корени от кръвен здравец (*Geranium sanguineum*), а към този на втора опитна група – 0,5% куркума (*Curcuma longa*).

Залагане на фуража и отчитане на остатъците: Фуражът се залагаше ежедневно групово в количества 140 g/носачка, като остатъците бяха събирани и измервани преди следващото залагане.

През опитния период бяха контролирани следните показатели:

- консумация на фураж (ежедневно);
- брой на снесените яйца (ежедневно, по формулата „общо снесени яйца/брой носачки”);
- интензивност на яйцеснасяне (ежедневно, в %);
- маса на снесените яйца (ежедневно, с електронна везна с точност до 0,01g);
- на всеки 100 яйца/група бяха взети за анализ по 10 (с маса максимално близка до средната), на които бяха измерени масите на белтъка, жълтъка и черупката с помощта на електронна везна с точност до 0,01g;
- жълтъците и белтъците на яйцата, счупени за морфологични изследвания се смесваха, хомогенизираха и от тях се вземаха по две осреднени проби, като се определяше съдържанието на протеин, мазнини и безазотни екстрактни вещества (БЕВ, NPE).

Химичните анализи на фуража и яйчния меланж са установени с помощта на тради-

ционния Веенде анализ (АОАС, 2007), а съдържанието на обменна енергия (ОЕ) във фуража и бруто енергия (БЕ) в яйчния меланж е изчислено по Schiemann et al. (1971);

Кларковите на енергийна дистрибуция (CED) и протеинова трансформация (CPT) са изчислени по формулите (Penkov and Grigorova, 2020 a):

$CED = MJ \text{ бруто енергия (БЕ, GE) от носачка (произведени чрез яйчния белтък/жълтък/меланж) / MJ обменна енергия (ОЕ, ME) консумирани от носачка през целия опитен период};$

$CPT = kg \text{ суров протеин (СП, CP) от носачка (произведени чрез яйчния белтък/жълтък/меланж) / kg суров протеин (СП, CP) консумирани от носачка през целия опитен период.}$

Резултати и обсъждане

Поради спецификата на залагането на фураж и отчитането на остатъците средният разход на фураж за една носачка е еднакъв и за трите групи – $114,59 \pm 0,29 \text{ g}$, а за целия опитен период (37 дни) – $4,2398 \pm 0,11 \text{ kg}$. Спрямо съдържанието на ОЕ и СП в 1 kg фураж една птица от трите заложи групи е консумирала за опитния период (вход на системата) $48,3331 \pm 1,22 \text{ MJ ОЕ}$ и $0,7479 \pm 0,0168 \text{ kg СП}$. В таблица 1 са представени данните за носливостта, химичния състав на ядимите части на яйцето и произведените средно от 1 носачка обменна енергия и суров протеин за целия опитен период.

Средната интензивност на яйцеснасяне за опитния период е съответно: Контролна група – 83,25%, I опитна група – 77,84%, II опитна група – 78,38%. Като цяло получените резултати от носливостта са по-ниски от заложените такива на хибрида (Lohmann Tierzucht, 2019), като най-близки до стандарта са резултатите от контролната група, съществено по-ниски – на птиците, получавали куркума.

Носачките от опитните групи са произвели повече белтъчна маса в сравнение с контролата, докато масата на жълтъците е

съпоставима. Въпреки това произведената жълтъчна маса е по-малко в сравнение с тази на птиците от контролната група.

По отношение на химичния състав на яйцата в белтъка на двете опитни групи е по-високо съдържанието на протеин и по-ниско на БЕВ в сравнение с контролата. Групата получавала куркума е с най-високо съдържание на протеин в жълтъка, следвана от контролната група, а най-малко протеин има в жълтъка на групата, получавала като добавка кръвен здравец. Двете опитни групи са произвели по-малко мазнини и БЕВ в жълтъците си в сравнение с контролната група.

Като цяло сумарно произведената бруто енергия от яйчния меланж за опитния период е най-висока при контролната група, следвана от групата, получавала куркума, а най-малко произведена бруто енергия се отчита при групата, получавала кръвен здравец.

Химичният състав на яйцата и от трите групи не се различава съществено от данните, цитирани у нас (Penkov and Grigorova, 2020 a) и от чужди автори (Sigh et al., 2019).

В таблица 2 са отразени Кларковите на протеинова трансформация/енергийна дистрибуция по веригата „фураж – яйчен белтък/жълтък/меланж“.

По отношение на белтъка най-висок Кларк на протеинова трансформация се отчита при контролната група – 0,1629, следвана от групата, получавала корени от кръвен здравец – 0,1590 и тази, получавала куркума – 0,1574. При жълтъците Кларкът е най-висок отново при контролната група – 0,1039, следвана от групата, получавала куркума – 0,0973 и тази, третирана с кръвен здравец – 0,0959.

Най-висок Кларк на енергийна дистрибуция при белтъка се отчита при контролната група (0,0680), а при двете опитни групи Кларкът е един и същ (0,0653). При жълтъка енергийната дистрибуция е най-висока отново при контролната група (0,1467), следвана от групата, получавала куркума (0,1461), а групата получавала кръвен здравец е с най-нисък Кларк (0,1445).

Логично при меланжа най-високи Кларкове на енергийна дистрибуция (0,2147) и про-

Таблица 1. Брой получени яйца от една носачка, средна маса на 1 яйце, химичен състав на яйчен меланж и произведени бруто енергия (БЕ) и суров протеин (СП) от 1 носачка за опитния период от контролна и опитни групи.

Table 1. Eggs number from one layer, mean mass/legg, chemical composition of egg mélange and produced gross energy (GE) and crude protein (CP) from 1 layer from the control and experimental groups.

Показатели / Indexes	Контрола / Control	Кръвен здравец / Geranium sanguineum	Куркума / turmeric
Среден брой яйца от 1 носачка / Mean number eggs from 1 laying hen	30,80 ± 0,63	28,8 ± 0,73	29,00 ± 0,69
Средна маса на белтъка в 1 яйце (g) / Albumen mass – mean of 1 egg (g)	41,55 ± 0,11	43,13 ± 0,45	42,49 ± 0,27
Общо произведена маса от белтъка на 1 носачка за опитния период (kg) / total produced albumen mass from 1 layer (kg)	1,2797 ± 0,22	1,2421 ± 0,52	1,2322 ± 0,41
Протеин в белтъка (%) / CP in egg white (%)	9,52 ± 0,01	9,57 ± 0,02	9,55 ± 0,01
Общо произведен протеин от белтъка на 1 носачка (kg) / Total produced protein from the albumen of 1 layer (kg)	0,1218 ± 0,03	0,1189 ± 0,03	0,1177 ± 0,01
СМ в белтъка (%) / Crude fats in the egg white (%)	0,31 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,31 ± 0,01
Общо произведени мазнини от белтъка на 1 носачка (kg) / Total produced fats from the albumen of 1 layer (kg)	0,0040 ± 0,0001	0,0040 ± 0,0001	0,0038 ± 0,0001
БЕВ в белтъка (%) / NPE in the albumen (%)	0,91 ± 0,01	0,61 ± 0,01	0,73 ± 0,01
Общо произведени БЕВ от белтъка на 1 носачка (kg) / Total produced NPE from the albumen of 1 layer (kg)	0,0116 ± 0,0002	0,0076 ± 0,0001	0,0090 ± 0,0002
Бруто енергия в 1 kg яйчен белтък (MJ) / GE in 1 kg albumen (MJ)	2,57 ± 0,05	2,54 ± 0,03	2,56 ± 0,02
Общо произведена бруто енергия от 1 носачка (MJ) / Total produced GE from albumen of 1 layer (MJ)	3,2888 ± 0,004	3,1549 ± 0,0006	3,1544 ± 0,0009
Средна маса на жълтъка в 1 яйце (g) / Mean egg yolk mass from 1 egg (g)	17,01 ± 0,19	16,86 ± 0,26	16,75 ± 0,21
Общ произведен жълтък от 1 носачка (kg) / Total produced egg yolk from one layer (kg)	0,5239 ± 0,11	0,4856 ± 0,09	0,4858 ± 0,06
протеин в жълтъка (%) / CP in the egg yolk (%)	14,83 ± 0,01	14,76 ± 0,01	14,98 ± 0,02
Общо произведен протеин от жълтъка на 1 носачка (kg) / Total produced protein from the egg yolk of 1 layer (kg)	0,0777 ± 0,001	0,0717 ± 0,001	0,0728 ± 0,002
мазнини в жълтъка (%) /Fats in the egg yolk (%)	30,06 ± 0,26	27,99 ± 0,01	28,48 ± 0,02
Общо произведени мазнини от жълтъка от 1 носачка (kg) / Total produced fats from the egg yolk of 1 layer (kg)	0,1575 ± 0,02	0,1362 ± 0,01	0,1384 ± 0,01
БЕВ в жълтъка (%) / NPE in the egg yolk (%)	3,32 ± 0,02	2,89 ± 0,01	2,56 ± 0,01
Общо произведени СМ от 1 носачка за опитния период (kg) / Total produced CF from the egg yolk of 1 layer (kg)	0,0174 ± 0,001	0,0145 ± 0,001	0,0124 ± 0,001
БЕ в 1 kg жълтък (MJ) / GE in 1 kg egg yolk (MJ)	14,46 ± 0,08	14,38 ± 0,05/	14,55 ± 0,04
Общо произведена бруто енергия от жълтъка на 1 носачка (MJ) / Total produced GE from the egg yolk of 1 layer (MJ)	7,5756 ± 0,09	6,9829 ± 0,07	7,0684 ± 0,05

Таблица 2. Кларкове на енергийна дистрибуция (CED) и Кларкове на протеинова трансформация (CPT) по веригата „фураж – яйчен меланж“ при контролна и опитни групи.

Table 2. Clarcs of energy distribution (CED) and Clarcs of protein transformation (CPT) through the chain “ feed – egg mélange” of control and experimental groups.

Показатели (Кларкове) / Indexes (Clarcs)*	Контрола / Control	Кръвен здравец / Geranium sanguineum	Куркума / turmeric
Кларк на протеинова трансформация – фураж–белтък / Clarc of protein transformation – feed–egg white	0,1629 ± 0,004 (16,29%)	0,1590 ± 0,0045 (15,90%)	0,1574 ± 0,003 (15,74%)
Кларк на протеинова трансформация – фураж–жълтък / Clarc of protein transformation – feed–egg yolk	0,1039 ± 0,003 (10,39%)	0,0959 ± 0,002 (9,59%)	0,0973 ± 0,002 (9,73)
Кларк на протеинова трансформация – фураж–меланж / Clarc of protein transformation – feed–egg mélange	0,2668 ± 0,004 (26,68%)	0,2549 ± 0,003 (25,49)	0,2547 ± 0,002 (25,47)
Кларк на енергийна дистрибуция – фураж–белтък / Clarc of energy distribution – feed–egg white	0,0680 ± 0,002 (6,80%)	0,0653 ± 0,002 (6,53%)	0,0653 ± 0,001 (6,53%)
Кларк на енергийна дистрибуция – фураж–жълтък / Clarc of energy distribution – feed–egg yolk	0,1467 ± 0,003 (14,67%)	0,1445 ± 0,004 (14,45%)	0,1461 ± 0,003 (14,61%)
Кларк на енергийна дистрибуция – фураж–меланж / Clarc of energy distribution – feed–egg mélange	0,2147 ± 0,002 (21,47%)	0,2098 ± 0,003 (20,98%)	0,2114 ± 0,002 (21,14%)

теинова трансформация (0,2668) се отчитат при контролата. При групата, получавала куркума, Кларковете са съответно 0,2098 и 0,2549, а при третираната с кръвен здравец съответно 0,2114 и 0,2047.

Следва да се отбележи, че при всички Кларкове разликите между контролната и опитните групи са недостоверни ($P > 0,05$). Поради това можем да интерпретираме получените резултати само като тенденция.

В сравнение с данните от наши изследвания с приложение на други натурални източници на биологичноактивни субстанции (Penkov and Grigорова, 2020 б) получените в настоящото изследване стойности на яйчния меланж са по-високи при енергийната дистрибуция в сравнение с добавки като артишок, коприва, шипка, тагетес и гроздови джибри, а по отношение на протеиновата трансформация, тези стойности са по-ниски само при сравняването с добавката на тагетес, докато при другите добавки, стойностите от настоящите биологичноактивни вещества са по-високи.

Заклучение

В условията на проведения от нас опит са получени следните кларкове:

- Кларк на енергийна дистрибуция: Контролната група е с най-висок Кларк – 0,2147, следвана от групата, получавала 0,5% корени от куркума – 0,2114 и групата, третирана с 0,05% сух екстракт от кръвен здравец – 0,2098;

- Кларк на протеинова трансформация: Най-висок Кларк отново е отчетен при контролната група – 0,2668, а при групите, получавали кръвен здравец и куркума във фуража, стойностите на Кларковете са почти еднакви съответно 0,2549 и 0,2547.

Въз основа на гореизложените резултати може да се направи следният извод: Независимо от факта, че разликите между контролната и опитните групи не са доказани статистически ($P > 0,05$), включването на 0,5% корен от куркума и 0,05% кръвен здравец в комбинирания фураж за кокошки носачки има по-скоро негативен ефект и върху Кларковете на енергийна дистрибуция и протеинова трансформация.

Благодарности

Авторският колектив благодари на фирма Вемо 99 ООД, София, България за безвъзмездно предоставения сух екстракт от *Geranium sanguineum L*

Литература

- Abadjieva, D., & Kistanova, E.** (2011). Opportunities to stimulate reproductive function in female animals. *Niva Povoljaj. Zootech*, 4(21), 71-75.
- Frankič, T., Voljč, M., Salobir, J., & Rezar, V.** (2009). Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Agric Slov*, 94(2), 95-102.
- Georgieva, V., Chobanova, S., Ganchev, G., & Dimitrov, D.** (2008). Effect of phytase supplementation to wheat-soybean diets with different nonphytate phosphorus content on the productivity, protein, phosphorus and calcium utilization, tibia ash content and histological structure in broiler chickens at an early age. *Zhivotnovadni nauki*, 45(5), 45-54 (Bg).
- Grigорова, S., Petkov, E., & Gjorgovska, N.** (2019). Study of natural additives' influence on the microbiological status of cereals. *Macedonian Journal of Animal Science*, 9(1), 31-36.
- Hirasa, K., & Takemasa, M.** (1998). In: *Spice science and technology*, Marcel Decker, New York, pp 220.
- Ilchev, A., Ganchev, G., Pavlov, D., Valkova, P., & Nikiforov, I.** (2008). A study on the effect of different protein levels in the diet on the nitrogen retention and excretion in growing pigs. *Zhivotnovadni nauki*, 45(5), 122-129 (Bg).
- Ivanova, I., Lalev, M., Georgieva, V., Mincheva, N., Oblakova, M., & Hristakieva, P.** (2014). Effect of three dietary levels of corn dried distillers grains with solubles as compound feed ingredient on production traits of broiler chickens. *Science & Technologies*, 4 (5), 44-52 (Bg).
- Khan, R. U., Naz, S., Javdani, M., Nikousefat, Z., Selvaggi, M., Tufarelli, V., & Laudadio, V.** (2012). The use of turmeric (*Curcuma longa*) in poultry feed. *World's Poultry Science Journal*, 68(1), 97-103.
- Lohmann Tierzucht:** (2019), <http://www.ltz.de/en/layers/alternativehousing/lohmann-brown-classic.php> (date last accessed: 2019).
- Mihaylova, D., Krastanov, A., & Vasilev, N.** (2020). Non-hormonal feed additives as an alternative in animal reproduction. *Trakia Journal of Sciences*, 18(4), 405-411.
- Nikolova, M., Gerzilov, V., & Ganchev, A.** (2000). Study on egg laying characteristics of Muscovy duck (*Cairina moschata*). I. Laying capacity and intensity. *Zhivotnovadni nauki*, 37 (3), 15-18 (Bg).
- Pantev, A., Ivancheva, S., Staneva, L., & Serkedjieva, J.** (2006). Biologically active constituents of a polyphenol extract from *Geranium sanguineum L.* with anti-influenza activity. *Zeitschrift für Naturforschung c*, 61(7-8), 508-516.
- Park, S. S., Kim, J. M., Kim, E. J., Kim, H. S., An, B. K., & Kang, C. W.** (2012). Effects of dietary turmeric powder on laying performance and egg qualities in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 39(1), 27-32.
- Penov, I., & Penkov, D.** (2002). Comparative economic evaluation of the cereal use in the geese feeding. In: *Sientific works*, Agricultural University, Plovdiv, N 2, 241-246, (Bg).
- Penkov, D., & Genchev, A.** (2018). Methods for introduction of objective criteria for bioconversion of energy and nutrients along the feed-animal products chain in meat-type poultry farming. *Journal of Central European Agriculture*, 19(2), 270-277.
- Penkov, D., & Grigорова, S.** (2020 a). Methodology for reporting of the energy and protein transformation in the eco-technical chain "feed-egg mélange" by laying hens through introducing of "Clarc of energy distribution/ Clarc of protein transformation", *Trakia Journal of Sci.*, 18(1), 20-24.
- Penkov, D., & Grigорова, S.** (2020 b). Influence of various biologically active additives in compound feed for laying hens on the transformation of energy and protein in the chain" feed-egg mélange". *Zhivotnov'dni Nauki/ Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 57(6), 11-20.
- Puvača, N., Ljubojević, D., Spasevski, N., Duragić, O., Nikolova, N., Prodanović, R., & Bošković, J.** (2018). Effects of Turmeric powder (*Curcuma longa*) in laying hens nutrition: table eggs production, quality and lipid profile. *Concepts of dairy & Veterinary Sciences*, 2(1): 162-163.
- Schiemann, R., Niering, K., Hoffmann, L., Jench, W., & Chudy, A.** (1971). In: *Energetische Fuetterung und Energiennormen*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Singh, R., Cheng, K. M., & Silversides, F. G.** (2009). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry science*, 88(2), 256-264.
- Wallace, R. J., Oleszek, W., Franz, C., Hahn, I., Baser, K. H. C., Mathe, A., & Teichmann, K.** (2010). Dietary plant bioactives for poultry health and productivity. *British Poultry Science*, 51(4), 461-487.
- Wenk, C.** (2002). Herbs and Botanicals as Feed additives in monogastric Animals. In: *Proceedings of International Symposium on "Advances in Animal Nutrition"*, 22 September, 2002, New Delhi, India.
- AOAC international. (2007). Official methods of analysis of AOAC (18 edition, rev. 2), Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.