

FITAZINIŲ FERMENTINIŲ PREPARATŲ ĮTAKA FOSFORO PASISAVINIMUI VIŠTŲ DEDEKLIŲ ORGANIZME

Diana Gudavičiūtė, Manefa Miškinienė, Egidijus Kučinskas

Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-2004 Vilnius, Lietuva; tel., faks. (8-5) 275 7095;

el. paštas: bamlab@vpu.lt

Santrauka. Mūsų darbo tikslas buvo nustatyti fitazinių fermentinių preparatų „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ įtaką fosforo pasisavinimui vištų dedeklių organizme, lesinant jas sumažinto 20% bendrojo fosforo ir 10% kalcio kiekio lesalais.

Tyrimai atlikti Vilniaus pedagoginio universiteto Biologinės įvairovės ir technologijų laboratorijoje ir AB Girelės paukštynas. Tirta 17–58 savaičių *Hisex brown* linijų derinio vištos dedeklės.

Fosforo pasisavinimui 45 ir 58 savaičių vištų dedeklių organizme didžiausios įtakos turėjo 0,1% „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ fermentiniai preparatai: šarminės fosfatazės aktyvumas vištų kraujo serume padidėjo 10,71–16,85% ($p < 0,05$); fosforo kiekis vištų kraujo serume buvo 6,34–14,29% ($p < 0,05$) didesnis; fosforo pasisavinimas padidėjo 4,57–6,14% palyginti su kontroline grupe. Fermentiniai preparatai padidino fosforo kiekį vištų šlaunikaujyje ir kiaušinių lukštuose. Didžiausia įtaka fosforo pasisavinimui vištų organizme nustatyta lesinant jas lesalais su 0,1% „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ priedais.

Raktažodžiai: fermentiniai preparatai, fosforas, vištos dedeklės.

THE INFLUENCE OF DIET SUPPLEMENTED WITH PHYTASIC ENZYMES ON UTILIZATION OF PHOSPHORUS IN LAYING HENS

Summary. The present study was designed to determine the effect of phytasic enzymes on the utilization of phosphorus in laying hens. The experimental diets were formulated with reduced amount of total phosphorus (20 %) and calcium (10 %).

The research was carried out in the Research Laboratory of Biological Diversity and Technologies at Vilnius Pedagogical University and Joint Stock Company “Girelės paukštynas”, Lithuania. The 17-58 weeks-aged *Hisex brown* cross hens were kept in cages – 8 hens in each cage (72 hens per group). The hens were divided into the control (Group 1) and experimental groups (2). Total amount of hens used in study were 360. The laying hens in all groups were fed with commercial diets which had reduced on 20% amount of total phosphorus and on 10% amount of calcium. The diets in experimental groups were supplemented with phytasic enzyme preparations „Vilzim-F“ (Biosintezė, Lithuania) and „Natuphos 5000 G“ (BASF, Germany).

The highest influence of phytasic enzymes on phosphorus utilization among the different age hens was found in 45 and 58 weeks-aged laying hens. The activity of alkaline phosphatase in experimental hens blood sera compared to controls increased on 10.7-16.9% ($P < 0,05$), amount of phosphorus on 6.3-14.3% ($P < 0,05$), utilization of phosphorus on 4.6-6.1%, respectively. In addition, supplementation of enzyme preparations increased the amount of phosphorus in hens femora and egg-shell. It was concluded, that the highest influence on the phosphorus utilization had diets supplemented with 0.1% of „Vilzim-F“ and „Natuphos 5000 G“.

Keywords: enzyme preparations, phosphorus, laying hens.

Įvadas. Lietuvai tapus visateise Jungtinių Tautų nare, prasidėjus aktyviai integracijai į Vakarų Europoje ir pasaulyje vykstančius procesus, daugiau dėmesio skiriama aplinkos higienos problemoms. 1994 metais Helsinkyje įvykusioje II PSO Europos aplinkos ir sveikatos konferencijoje buvo pritarta Helsinkio deklaracijai ir Europos aplinkos ir sveikatos veiksmų planui. Dokumentuose išreikštas visų Europos regiono valstybių narių pasiryžimas mažinti neigiamą aplinkos taršos poveikį sveikatai, ir numatytos pagrindinės kryptys šiam tikslui pasiekti.

Pagrindiniai dirvožemio teršėjai Lietuvoje yra pramonė, energetika, transportas ir žemės ūkis. Pavojų aplinkai ir sveikatai kelia nuolatinis cheminių medžiagų plovimas iš dirvožemio į gruntinius ir paviršinius vandenis. Pats fosforo išsiskyrimas negali būti traktuojamas kaip žala gamtai, kadangi fosforas yra nepakeičiamas elementas augalams ir jo kaip pramoninės trąšos naudojimas yra labai svarbus. Tačiau, esant nesubalansuo-

tam gyvulių skaičiui ir naudmenų dydžiui viename ūkyje, fosfatai gali patekti į gruntinius vandenis ir akumuluotis dirvožemyje (Rodehutscond, 2000).

Didžiąją dalį paukščių lesalų sudaro grūdiniai augalai, kuriuose apie du trečdaliai viso fosforo yra fitino rūgšties druskų (fitatų) pavidalo (Simons et al., 1990). Fosforą, esantį fitato sudėtyje, paukščių organizmas pasisavina labai ribotai, nes druskos yra netirpios, o paukščių virškinimo trakte nėra pakankamai fermento fitazės, hidrolizuojančios fitatą į neorganinį fosforą, kuris tik tada pasisavinamas (Edwards, 1991; Gordon, 1998). Maisto medžiagų pasisavinimui pagerinti, fosforui iš fitatų išlaisvinti naudojami vis naujesni egzogeniniai fermentiniai preparatai (Broz et al., 1994; Simmons et al., 1992). Suardydami fitiną jie iš kompleksinių fitino junginių išlaisvina ne tik fosforo, bet ir kitų neorganinių medžiagų (Ca, Mg, Zn ir kt.) katijonus bei baltymus. Laisvas fosforas toliau gali dalyvauti kalcio apykaitoje, turi didelį poveikį paukščių organizmo imuninėms

funkcijoms, taip pat didina virškinimo trakto fermentinių aktyvumą, kuris sąlygoja geresnį maisto medžiagų pasisavinimą ir intensyvesnę medžiagų apykaitą (Bedford, 1996).

Pastebėtas teigiamas egzofermentinių preparatų efektas, kai paukščių lesaluose sumažinamas fosforo arba kalcio kiekis. Tyrimai parodė, kad, pridėjus bakterinės kilmės fitazių į lesalus, pagerėjo fosforo pasisavinimas ir pagerėjo kaulinio audinio mineralizacija (Sebastian et al, 1996; Simons et al., 1990). R. W. Gordon ir D. A. Roland duomenimis (1998), fitazės priedas viščių lesaluose visiškai panaikino nepalankų poveikį, susijusį su sumažėjusiu fosforo ir kalcio kiekiu lesaluose. Fermentiniai preparatai ne tik padidina vištų produktyvumą ir pagerina maisto medžiagų pasisavinimą, bet ir turi reikšmės mažinant taršą (Bedford, 1995; Margardt, Bedford 1996).

Darbo tikslas – nustatyti fitazinių fermentinių preparatų įtaką fosforo pasisavinimui vištų dedeklių organizme, lesinant jas 20% sumažino bendrojo fosforo ir 10% kalcio kiekio lesalais.

Tyrimų metodai ir sąlygos. Tyrimai atlikti 1999 metais Vilniaus pedagoginio universiteto Biologinės įvairovės ir technologijų laboratorijoje ir AB Girelės paukštynas. Tirta 17–58 savaičių *Hisex brown* linijų derinio vištos dedeklės. Bandyme sudarytos penkios grupės vištų, po 72 kiekvienoje. I grupė buvo kontrolinė, kitos – bandomosios. Visų grupių vištos dedeklės buvo lesinamos kombinuotaisiais lesalais, kuriuose buvo 20% sumažintas bendrojo fosforo (buvo 0,49%) ir 10% kalcio kiekis (buvo 3,20%). Bandomųjų grupių vištų lesalai buvo papildyti

skirtingus fermentinių aktyvumų derinius turinčiais fermentiniais preparatais „Vilzim-F“ (gamintojas AB „Biosintezė“, Lietuva) ir „Natuphos 5000 G“ (BASF, Vokietija). Paukščiai buvo laikomi narveliuose. Jų laikymo, lesinimo ir priežiūros sąlygos vienodos visose grupėse.

Tyrimų metu nustatyti tokie rodikliai: šarminės fosfatazės aktyvumas kraujyje, fosforo kiekis kraujo serume, kauluose (šlaunikaukyje) ir kiaušinių lukštuose, fosforo pasisavinimo koeficientas. Pagal šiuos rodiklius sprendėme apie fosforo pasisavinimo intensyvumą vištų dedeklių organizme. Taip pat buvo nustatomas bendras nukleorūgščių, bendrųjų baltymų kiekis vištų kraujo serume. Tyrimų duomenys apdoroti statistinės biometrijos metodais, naudojantis kompiuterine programa. Apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai (M), vidutinė aritmetinė paklaida ($\pm m$), vidutinis kvadratinis nukrypimas (σ), kriterijus (t), skirtumų patikimumas (p). Rezultatai laikyti patikimais, kai $p < 0,05$.

Moksliniai tyrimai atlikti laikantis 1997 11 06 Lietuvos Respublikos gyvūnų globos, laikymo ir naudojimo įstatymo Nr. 8-500 („Valstybės žinios“, 1997 11 28, Nr. 108).

Tyrimų rezultatai. Didžiausias šarminės fosfatazės aktyvumas nustatytas 45 ir 58 savaičių III ir IV grupės vištų, su lesalais gavusių multifermentinio 0,05% „Vilzim-F“ ir 0,1% „Vilzim-F“ preparato priedu (1 lentelė). Dėl 0,05% „Vilzim-F“ įtakos šarminės fosfatazės aktyvumas palyginti su kontroline grupe vištų kraujo serume padidėjo atitinkamai 22,77% ir 5,60%, nuo 0,1% „Vilzim-F“ – 10,71% ir 16,85%.

1 lentelė. Šarminės fosfatazės aktyvumas vištų dedeklių kraujo serume, vnt./l

Grupė	Fermentinių preparatų Dozė, %	Vištų amžius savaitėmis	
		45	58
I	Kontrolė (be fermentų)	215,6±69,18	178,6±32,45
II	„Natuphos 5000 G“ 0,01	220,9±16,39*	181,5±11,52
III	„Vilzim-F“ 0,05	264,7±45,19	188,6±27,92*
IV	„Vilzim-F“ 0,075	221,8±57,89*	190,2±29,25*
V	„Vilzim-F“ 0,1	238,7±49,78*	208,7±29,68*

Pastaba. Skirtumas tarp kontrolės ir atitinkamos bandomosios grupės statistiškai patikimas – * $p < 0,05$.

Mūsų tyrimų duomenimis, fosforo kiekį vištų kraujo serume didino abu bandyme naudoti fitaziniai fermentiniai preparatai.

Tyrimų rezultatai parodė, kad, sumažinus fosforo ir kalcio lesaluose, fosforo kiekį vištų kraujo serume labiausiai didino fermentinis preparatas „Vilzim-F“ (2 lentelė). Daugiausia fosforo kraujo serume buvo IV ir V grupės vištų, su lesalais gavusių šį fermentinį preparatą. Dėl 0,075% „Vilzim-F“ lesaluose poveikio 45 ir 58 savaičių vištų kraujo serume fosforo palyginti su kontroline grupe, buvo 4,42% ir 12,51% ($p < 0,05$) daugiau, o dėl 0,1% „Vilzim-F“ poveikio – atitinkamai 6,34% ir 8,39% ($p < 0,05$) daugiau. Fermentinis preparatas „Natuphos 5000 G“ fosforo kiekį II grupės 58 savaičių vištų kraujo serume padidino 14,29% ($p < 0,05$) palyginti su kontroline grupe.

Didžiausias mineralizacijos laipsnis nustatytas II ir V grupių vištų šlaunikaukyje (2 lentelė). II grupės 45 ir 58 savaičių vištų šlaunikaukyje dėl fermentinio preparato

„Natuphos 5000 G“ poveikio jis buvo 3,21% ir 3,29%, dėl 0,1% „Vilzim-F“ įtakos V grupės vištų šlaunikaukyje – 3,30% ir 3,51% palyginti su 2,92% ir 3,18% fosforo kiekiu kontrolinės grupės vištų šlaunikaukyje.

Mūsų atliktų tyrimų duomenimis, fitaziniai fermentiniai preparatai fosforo kiekiui kiaušiniuose esminės įtakos neturėjo, nors dėl jų poveikio fosforo kiaušiniuose ir padaugėjo. Bandymo metu, kai vištos lesintos lesalais su sumažintu fosforo ir kalcio kiekiu, fosforą vištų kiaušiniuose labiausiai gausino fermentinis preparatas „Natuphos 5000 G“. Šio fermentinio priedo poveikis ypač išryškėjo 47 ir 58 savaičių vištų kiaušinių lukštuose: dėl „Natuphos 5000 G“ poveikio fosforo kiekis labiausiai skyrėsi nuo kontrolinės grupės ir buvo 0,26% ir 0,44%, o kontrolinės – buvo atitinkamai 0,24% ir 0,25%.

Tyrimų rezultatai rodo, kad bandyme naudoti fitaziniai fermentiniai preparatai, sumažinus fosforo ir kalcio kiekį lesaluose, gerino fosforo pasisavinimą vištų dedeklių organizme (3 lentelė).

2 lentelė. Fosforo kiekis vištų kraujo serume ir šlaunikaulyje

Grupė	Fermentinių preparatų dozė, %	Fosforo kiekis vištų kraujo serume, mmol/l		Fosforo kiekis vištų šlaunikaulyje, %	
		Vištų amžius savaitėmis			
		45	58	45	58
I	Kontrolė (be fermentų)	2,26±0,118	2,26±0,168	2,92±0,134	3,18±0,110
II	„Natuphos 5000 G“ 0,01	2,26±0,058	2,59±0,262*	3,21±0,150	3,29±0,161
III	„Vilzim-F“ 0,05	2,31±0,113	2,43±0,149	3,11±0,096	2,94±0,241
IV	„Vilzim-F“ 0,075	2,36±0,148*	2,55±0,063*	3,09±0,156	3,40±0,234
V	„Vilzim-F“ 0,1	2,40±0,095*	2,45±0,107*	3,30±0,124	3,51±0,296

Pastaba. Skirtumas tarp kontrolės ir atitinkamos bandomosios grupės statistiškai patikimas – *p<0,05.

3 lentelė. Fosforo pasisavinimas vištų dedeklių organizme, %

Grupė	Fermentinių preparatų dozė, %	Vištų amžius savaitėmis	
		45	58
I	Kontrolė (be fermentų)	59,07	59,65
II	„Natuphos 5000 G“ 0,01	64,04	65,65
III	„Vilzim-F“ 0,05	59,42	61,06
IV	„Vilzim-F“ 0,075	62,41	62,38
V	„Vilzim-F“ 0,1	63,64	65,79

Bandymo metu nustatėme, kad didžiausias fosforo pasisavinimo koeficientas buvo II ir V grupių vištų, su lesalais gavusių fermentinį preparatą „Natuphos 5000 G“ ir „Vilzim-F“. Dėl „Natuphos 5000 G“ poveikio 45 ir 58 savaičių vištos fosforo pasisavino 4,97% ir 6,0% daugiau, dėl 0,1% „Vilzim-F“ lesaluose – atitinkamai 4,57% ir 6,14% daugiau negu kontrolinės grupės. Mažesnės fermentinio preparato „Vilzim-F“ dozės lesaluose gerino

fosforo pasisavinimą palyginti su kontroline grupe tik 0,35–3,34%.

Tyrimų rezultatai parodė, kad dėl fitazinių fermentinių preparatų „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ priedu sumažinto maistingumo lesaluose poveikio padidėjo nukleorūgščių ir bendrųjų baltymų kiekis visų bandomųjų grupių vištų dedeklių kraujo serume (4 lentelė). Padidėjęs bendrųjų baltymų kiekis siejamas su bendru nukleorūgščių pagausėjimu vištų kraujo serume.

4 lentelė. Bendras nukleorūgščių ir bendrųjų baltymų kiekis vištų dedeklių kraujo serume

Grupė	Fermentinių preparatų dozė, %	Bendras nukleorūgščių kiekis vištų dedeklių kraujo serume, mg/%		Bendrųjų baltymų kiekis vištų dedeklių kraujo serume, g/%	
		Vištų amžius savaitėmis			
		45	58	45	58
I	Kontrolė (be fermentų)	607,15±52,28	964,94±40,93	5,48±0,767	6,14±0,341
II	„Natuphos 5000 G“ 0,01	645,68±16,40*	1068,52±44,58*	6,20±0,289*	7,17±0,324*
III	„Vilzim-F“ 0,05	650,52±44,55*	943,26±106,65	5,50±0,195	6,16±0,500
IV	„Vilzim-F“ 0,075	696,31±26,03*	1019,15±190,59*	6,23±0,225*	6,60±0,672*
V	„Vilzim-F“ 0,1	607,15±18,78	980,63±99,06*	5,98±0,516*	6,32±0,173*

Pastaba. Skirtumas tarp kontrolės ir atitinkamos bandomosios grupės statistiškai patikimas – *p<0,05.

Bandymo metu, kai vištos lesintos lesalais su sumažintu fosforo ir kalcio kiekiu, daugiausia nukleorūgščių kraujo serume buvo IV grupės 45 savaičių vištų, su lesalais gavusių 0,075% „Vilzim-F“ fermentinį priedą: jų buvo 14,68% daugiau (p<0,05). Dėl „Natuphos 5000 G“ fermentinio preparato poveikio nukleorūgščių kiekis 58 savaičių vištų kraujo serume padidėjo 10,73% (p<0,05), o dėl 0,05% „Vilzim-F“ III grupės vištų kraujyje net 2,25% sumažėjo palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

Mūsų tyrimų duomenimis, bendrųjų baltymų kiekį visų bandomųjų grupių vištų dedeklių kraujo serume didino visi naudoti fermentiniai preparatai sumažinto maistingumo lesaluose (4 lentelė). Didžiausias bendrųjų baltymų kiekis kraujo serume buvo tų vištų, kurios su

lesalais gavo fermentinį 0,075% „Vilzim-F“, 0,1% „Vilzim-F“ ir fermentinį preparatą „Natuphos 5000 G“ (4 lentelė). II grupės 45 ir 58 savaičių vištų, su lesalais gavusių „Natuphos 5000 G“, bendrųjų baltymų kiekis kraujo serume palyginti su kontroline grupe padidėjo 13,14% ir 16,59%, IV grupės vištų, su lesalais gavusių 0,075% „Vilzim-F“, atitinkamai 13,69% ir 7,49% padidėjo (p<0,05), o nuo 0,1% „Vilzim-F“ dozės V grupės vištų lesaluose padidėjo 9,12% ir 2,93%.

Rezultatų aptarimas. Mūsų tyrimais buvo nustatytas fitaziniu aktyvumu pasižymėjusių fermentinių preparatų „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ teigiamas poveikis fosforo pasisavinimui vištų dedeklių organizme. Fosforo apykaitos intensyvumo rodiklis yra fosforo kiekis

kraujyje (Orban,1999; Rama Rao,1996). A. B. Carlos (1998) ir H. M. Edwards nurodo (1991), kad egzogeniniai fermentiniai preparatai padidina fosforo kiekį kraujyje. B. Carre su grupe mokslininkų 1992 metais tyrimais nustatė, kad dėl mikrobinės fitazės poveikio padidėjo organinio fosforo kiekis viščių kraujo plazmoje. Mūsų atliktų tyrimų duomenimis, labiausiai fosforo kiekį vištų kraujo serume padidino fermentinis 0,1% „Vilzim-F“ preparatas ir fitazinis fermentinis preparatas „Natuphos 5000 G“. Palyginti su kontroline grupe fosforo pagausėjo nuo 6,34% iki 14,29% ($p < 0,05$). Skirtumas statistiškai patikimas.

Naudojant fermentinius preparatus pagerėja ir kaulinio audinio mineralizacija. Fitaziniai fermentiniai preparatai daugiausia padidino ir fosforo kiekį vištų kauluose (šlaunikaukyje).

Lesinant paukščius prastesnės biologinės vertės lesalais, paukščių organizmas pasisavina tik nedidelę dalį fosforo, todėl gali sumažėti šarminės fosfatazės kiekis kraujyje. Mūsų tyrimų duomenimis, daugiausia šarminės fosfatazės aktyvumą padidino multifermentinio 0,1% „Vilzim-F“ preparato priedas lesaluose. Dėl jo įtakos šarminės fosfatazės aktyvumas kraujo serume padidėjo nuo 10,71% iki 16,85% ($p < 0,05$).

Tyrimai parodė, kad fermentiniai preparatai, labiausiai didinę fosforo kiekį kraujo serume, sąlygojo ir didesnę fosforo pasisavinimą vištų organizme. Palyginti su kontroline grupe fosforo pasisavinimo koeficientas bandomųjų grupių vištų organizme buvo nuo 4,57% iki 6,14% didesnis. Didesnis šių fermentinių priedų lesaluose poveikis fosforo pasisavinimui pastebėtas 58 savaičių vištų organizme. Išvados sutampa ir su kitų mokslininkų, teigiančių, kad naudojant fermentinius preparatus pagerėja fosforo pasisavinimas paukščių organizme, sumažėja jo pašalinimas su ekskrementais, duomenimis (Vetesi et al., 1998).

Pagerėjus fosforo pasisavinimui, geriau pasisavinami ir baltymai bei kitos maisto medžiagos. Tyrimais nustatėme, kad vištų kraujyje padaugėjo nukleorūgščių, o kraujo serume – bendrųjų baltymų. Tada pagerėjo ir baltymų rezorbcija vištų organizme. Šiuos baltymų apykaitos rodiklius didino multienziminė kompozicija „Vilzim-F“ ir fermentinis preparatas „Natuphos 5000 G“. Palyginti su kontroline grupe nukleorūgščių kiekis padidėjo nuo 1,63% iki 14,68% ($p < 0,05$), o bendrųjų baltymų – nuo 2,93% iki 16,59% ($p < 0,05$). Gauti duomenys statistiškai patikimi.

Fermentinių preparatų poveikis priklauso nuo vištų amžiaus, lesalų sudėties ir fermentų derinio preparate bei jų dozės lesaluose.

Apibendrinant galima teigti, kad bandymuose naudoti fitaziniai fermentiniai preparatai gerino fosforo apykaitą vištų organizme: pagerėjo fosforo pasisavinimas, padidėjo fosforo kiekis vištų kraujo serume ir kiaušinių lukšte, padidėjo kaulo mineralizacija lesinant vištas sumažinto maistingumo lesalais. Didžiausia įtaka fosforo pasisavinimui vištų organizme nustatyta lesinant sumažinto fosforo ir kalcio kiekio lesalais su 0,1% „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ priedais.

Išvados.

1. Fosforo pasisavinimui 45 ir 58 savaičių vištų dedeklių organizme didžiausios įtakos turėjo fermentiniai preparatai 0,1% „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“:

šarminės fosfatazės aktyvumas vištų kraujo serume padidėjo 10,71–16,85% ($p < 0,05$); fosforo kiekis vištų kraujo serume buvo 6,34–14,29% ($p < 0,05$) didesnis; fosforo pasisavinimas pagerėjo 4,57–6,14% palyginti su kontroline grupe.

2. Fermentiniai preparatai padidino fosforo kiekį vištų šlaunikaukyje ir kiaušinių lukštuose.

3. Didžiausia įtaka fosforo pasisavinimui vištų organizme nustatyta lesinant jas lesalais su 0,1% „Vilzim-F“ ir „Natuphos 5000 G“ priedais.

Literatūra

1. Bedford M. R. Interaction between ingested feed and the digestive system in poultry // *Journal of Applied Poultry Research*. 1996. Vol. 5. P. 86–95.
2. Bedford M. R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of enzymes // *Animal Feed Science and Technology*. 1995. Vol. 53. P. 145–155.
3. Broz J., Oldale P., Perrin-Voltz A. H., Rychen G., Schulze J., Simoes Nunes C. Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates // *British Poultry Science*. 1994. Vol. 35. P. 273–280.
4. Carlos A. B., Edwards H. M. The effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytate phosphorus utilization by laying hens // *World's Poultry Science*. 1998. Vol. 77. P. 850–858.
5. Carre B., Lessire M., Nguyen T. H. and Larbier M. Effects of enzymes on feed efficiency and digestibility of nutrients in broilers // *Proceedings 19th World's Poultry Congress*. Amsterdam, 1992. Vol. 3. P. 411–415.
6. Edwards H. M. Effects of phytase utilization by monogastric animals // *Proceedings of the Georgia Nutrition Conference for Feed Manufacturers*. Atlanta, 1991. P. 1–6.
7. Gordon R. W., Roland D.A. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens // *World's Poultry Science*. 1998. Vol. 77. P. 290–294.
8. Margardt R. R., Bedford R. M. Recommendations for future research on the use of enzymes in animal feeds // *Proceedings of the First Chinese Symposium on Feed Enzymes*. China, 1996. P. 5–14.
9. Orban J. I., Adeola O., Strohshine R. Microbial phytase in finisher diets of White Pekin ducks: effect on growth performance, plasma phosphorus concentration, and leg bone characteristics // *World's Poultry Science*. 1999. Vol. 78. P. 366–377.
10. Rama Rao S. V., Ravindra Reddy V., Ramasubba Reddy V. Requirement of nonphytin phosphorus and enhancement of phytin phosphorus bioavailability in broilers and layers // *XX World's Poultry Congress*. New Delhi, 1996. Vol. IV. P. 165.
11. Rodehutscoort M. Umweltgerechte phosphorversorgung monogastrischer Nutztiere // *Veterinarija ir zootechnika*. 2000. T. 10 (32). P. 123–132.
12. Sebastian S., Touchburn S. P., Cavez E. R., Lague P. C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broilers chickens fed a corn-soybean diets // *World's Poultry Science*. 1996. Vol. 75. P. 729–736.
13. Simmons P. C. M., Joughloed A. W., Versteegh A. H. J. and Kemme P. A. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in poultry and pigs // *Georgia Nutrition Conference*. 1992. P. 100–109.
14. Simmons P. C. M., Versteegh H. A. J., Joughloed A. W., Kemme P. A., Slump P., Bos K. D., Wolters M. G. E., Beudeker R. F., Verschoor G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs // *British Journal of Nutrition*. 1990. Vol. 64. P. 525–540.
15. Vetesi M., Mezes M., Baskay Gy., Gelenser E. Effects of phytase supplementation on performance, calcium and phosphorus output and mechanical stability of tibia in broiler chicken // *10th European Poultry Conference*. Jerusalem, 1998. P. 99.