

## FITAZINIS PREPARATAS *RONOZYME P*, GAUTAS IŠ KAMIENO *PENIOPHORA LYCII*, VIŠTŲ DEDEKLIŲ LESALUOSE

Vilma Šašytė, Romas Gružas, Asta Racevičiūtė Stupelienė, Vytautas Tėvelis  
Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT – 3022 Kaunas;  
tel. +370 37 36 35 05; el. paštas: [sasvil@lva.lt](mailto:sasvil@lva.lt)

**Santrauka.** Tirta sintetinės fitazės preparato *RONOZYME P* priedo lesaluose, kuriuose buvo sumažintas pasisavinamojo fosforo kiekis (nuo 0,40% iki 0,20%), įtaka vištų dedeklių produktyvumui. Atliktas lesinimo bandymas su 30 savaičių amžiaus linijų derinio LOHMANN LSL 60 dėšlių vištų. Fermentinio preparato priedas lesaluose per visą bandymo periodą pagerino vištų produktyvumo rodiklius, t. y. 1–3% ( $p < 0,05$ ) padidino kiaušinių skaičių, 1–7% ( $p > 0,05$ ) vidutinį kiaušinio svorį ir 8% ( $p < 0,05$ ) sumažino lesalų sąnaudas 1kg kiaušinių masės pagaminti.

**Raktažodžiai:** vištos dedeklės, produktyvumas, fitazinis preparatas *RONOZYME P*.

## USE OF PHYTASE PREPARATION *RONOZYME P* MADE FROM *PENIOPHORA LYCII* CULTURE IN THE FEEDING OF LAYING HENS

**Summary.** The influence of diet supplement *RONOZYME P*, which was prepared on the basis of synthetic phytase from strain *Peniophora lycii*, on productivity of laying hens was investigated experimentally. In addition, the amount of available phosphorus in the experimental diet was reduced from 0.40% to 0.20%. The experiment was performed on sixty 30 weeks age Lohmann LSL breed laying hens. The *RONOZYME P* used as a diet supplement increased the eggs number by 1–3% ( $p < 0.05$ ) and the average egg weight by 1–7% ( $p > 0.05$ ), decreased the feed consumption ratio by 8% ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** layers, productivity, phytase preparation *RONOZYME P*.

**Įvadas.** Fosforas yra vienas svarbiausių mineralinių elementų visuose pašarų racionuose, galintis veikti biologines sistemas labiau nei bet kuris kitas elementas. Jis įeina ne tik į kaulų, raumenų, smegenų, nukleino rūgščių, fosfoproteidų, įvairių fermentų ir organizmo skysčių sudėtį, bet ir padeda geriau panaudoti energiją. Esant fosforo trūkumui, sumažėja pašaro lesamumas, blogėja paukščių reprodukcinės savybės, mažėja priesvoris, minkštėja kaulai, atsiranda kiti medžiagų apykaitos sutrikimai (Scheunert, Trautmann, 1987). Nustatyta, kad vištų dedeklių racione sumažinus fosforo kiekį, trūkstamą kiaušinių formavimuisi fosforą vištos panaudoja iš kaulų rezervo ir nedidelę dalį iš kraujo. Kaulai tampa minkštesni ir trapesni, be to, sumažėja vištų dėslumas ir lukšto tvirtumas (Deo et al., 1996; Gordon, Roland, 1997; Hunton, 1996). Šis nepakeičiamas elementas pašarų komponentuose surištas su fitino rūgštimi, kurios neatrajojantys gyvuliai, taip pat ir paukščiai beveik nepasisavina (Oloffs et al., 2000). Literatūros duomenimis, fitatų kiekis javų grūduose gali siekti 50–85%, ankštiniuose kultūrose – 20–50% ir aliejiniuose augalų sėklose bei jų šalutiniuose perdirbimo produktuose – 44–80% (Eeckhout, De Peape, 1994; Jeroch et al., 1993; Oloffs et al., 2000).

Fitino rūgštis sudaro blogai tirpstančias druskas ne tik su fosforu ir kalciumu, bet ir su tokiais makro ir mikroelementais kaip  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ , todėl sumažėja jų pasisavinamumas (Murry, 1995). Dedeklių ir kitų paukščių fosforo poreikiui patenkinti naudojami labai brangūs neorganinio fosforo priedai lesaluose (Rama Rao et al., 1996, 1998). Be to, nesuvirškintas fosforas bei kiti mineraliniai elementai pašalinami su ekskrementais ir taip teršiama aplinka (Iragavarapu et al., 1999; Murry, 1995). Fitatai taip pat lėtina baltymų, krakmolo ir riebalų virškinamumą, nes su šiomis medžiagomis suformuoja nevirškinamus kompleksus (Deshpande, Cheryan, 1984;

Khan, 1996; Zyla, 1992). Fitino rūgštis slopina tokių fermentų kaip alfa amilazės, tripsino ir pepsino veiklą, todėl blogai virškinami krakmolai ir baltymai (Zyla, 1992).

Didžiosios dalies fitino fosforo paukščiai nepasisavina, nes jų virškinamajame trakte trūksta atitinkamo fermento, katalizuojančio fitatų skilimą, t. y. fitazės (Iragavarapu, Doerge, 1999). Įvairiais literatūros duomenimis, fosforo ir kalcio pasisavinimą iš augalinės kilmės medžiagų galima paskatinti į paukščių racionus įmaišant fermentinių fitazės preparatų (Gordon, Roland, 1998; Qian et al., 1997). Fitazė katalizuoja fitino rūgšties skaidymą augalinėje medžiagoje iki tokių formų, kurios prieinamos ir paukščių organizmo pasisavinamos (Broz et al., 1994; Cowan et al., 1996; Korin et al., 1999; Simons et al., 1990; Vetesi et al., 1998). Fitazės efektyvumas paukščių lesaluose priklauso nuo preparato kilmės, stabilumo, natyviųjų fitazių koncentracijos bei lesalo sudėties.

Bandymo tikslas – ištirti fermentinio fitazės preparato *RONOZYME P*, pagaminto iš *Peniophora lycii* kultūros, poveikį vištų dedeklių produktyvumui.

**Medžiagos ir metodai.** Bandymai atlikti laikantis 1997 11 06 Lietuvos Respublikos gyvūnų globos, laikymo ir naudojimo įstatymo Nr. 8-500 („Valstybės žinios“, 1997 11 28, Nr. 108) bei poįstatyminių aktų – LR valstybinės veterinarinės tarnybos įsakymų „Dėl laboratorinių gyvūnų veisimo, dauginimo, priežiūros ir transportavimo veterinarijos reikalavimų“ (1998 12 31, Nr. 4-361) ir „Dėl laboratorinių gyvūnų naudojimo moksliniams bandymams“ (1999 01 18, Nr. 4-16).

Analizuojant sintetinės fitazės preparato priedo lesaluose įtaką vištų dedeklių produktyvumui, Lietuvos veterinarijos akademijos paukštėdėje 2002 03 12–2002 06 10 atliktas lesinimo bandymas su 30 savaičių linijų derinio LOHMANN LSL 60 dėšlių vištų. Paukščiai

buvo suskirstyti į 6 grupes, kiekvienoje po 10 vištų. Bandymo schema pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Lesinimo bandymo schema

Grupė	Fosforo kiekis kombinuotuosiuose lesaluose, %		Fermentinis preparatas *
	bendras	pasisavinamas	
I (kontrolinė)	0,84	0,40	–
II	0,84	0,40	+
III (kontrolinė)	0,69	0,30	–
IV	0,69	0,30	+
V (kontrolinė)	0,53	0,20	–
VI	0,53	0,20	+

\* Fitazės fermentinis preparatas (RONOZYME P), kurio aktyvumas – 2500 akt.vnt./g

I, III ir V (kontrolinių) grupių vištos buvo lesintos kombinuotaisiais lesalais su skirtingu pasisavinamojo fosforo lygiu (0,40–0,20%) (2 lentelė). II, IV, VI (tiriamųjų) grupių vištos buvo lesintos tos pačios sudėties lesalais kaip ir kontrolinių grupių, tačiau į lesalus buvo įmaišyta fermentinio fitazės preparato priedo. Į

kombinuotuosius lesalus taip pat įdėta daugiau rapsų išspaudų (15%).

Rapsų išspaudos yra aukštos maistinės vertės. Jose daug nepakeičiamų aminorūgščių. Lietuvoje rapsų išspaudomis gali būti lesinamos vištos, dedančios kiaušinius baltu lukštu.

2 lentelė. Kombinuotojo lesalo sudėtis ir maistingumas, %

Komponentai	Lesalo sudėtis, %					
	I (kontr.) grupė	II grupė*	III (kontr.) grupė	IV grupė*	V (kontr.) grupė	VI grupė*
Kukurūzai	38,00	38,00	38,25	38,25	38,50	38,50
Kviečiai	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sojų rupiniai (45)	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60
Rapsų išspaudos	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Saulėgrąžų rupiniai	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Saulėgrąžų aliejus	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Kalkakmenis	8,60	8,60	9,15	9,15	9,75	9,75
Dikalcio fosfatas	2,10	2,10	1,30	1,30	0,45	0,45
Druska	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premikisas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Iš viso:	100	100	100	100	100	100
<u>Apskaičiuota vertė:</u>						
AE (MJ/kg)	11,39	11,39	11,42	11,42	11,45	11,45
Baltymai	16,99	16,99	17,01	17,01	17,03	17,03
Riebalai	7,88	7,88	7,89	7,89	7,90	7,90
Lašteliena	5,13	5,13	5,14	5,14	5,14	5,14
Lizinas	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86
Metioninas/cistinas	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Metioninas	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Treoninas	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Triptofanas	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Ca (bendras)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
P (bendras)	0,84	0,84	0,69	0,69	0,53	0,53
P (pasivavin.)	0,40	0,40	0,30	0,30	0,20	0,20
Na	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

\* Į tiriamųjų grupių lesalus įmaišytas fitazės fermentinis preparatas RONOZYME P (gamintojas – firma F. Hoffmann – La Roche AG, Šveicarija), kurio dozė yra 180g/t lesalų.

Premikso sudėtis (1kg lesalo):

Vitaminai: A – 10000 TV; D<sub>3</sub> – 2500 TV; E – 30 mg; K<sub>3</sub> – 3 mg; B<sub>1</sub> – 1 mg; B<sub>2</sub> – 4 mg; B<sub>3</sub> (pantoteno r.) – 8 mg; B<sub>4</sub> (cholinas) – 400 mg; B<sub>5</sub> (niacinas) – 30 mg; B<sub>6</sub> (piridoksinas) – 3 mg; Bc (folinè r.) – 0,5 mg; B<sub>12</sub> – 0,015 mg; H (biotinas) – 0,025 mg.

Mikroelementai: Zn – 60 mg; Cu – 5 mg; Fe – 25 mg; Mn – 100 mg; J – 0,5 mg; Co – 0,1 mg; Se – 0,2 mg.

Priedas – antioksidantas – 100 mg.

Bandymo metu paukščiai buvo laikomi individualiose narveliuose su stacionaria girdytuve ir lesaline, vienodomis lesinimo ir laikymo sąlygomis. Paukščiai rupiai sumaltu kombinuotuoju lesalu lesinti iki soties (*ad libitum*). Lesinimo ir priežiūros sąlygos visose vištų grupėse buvo vienodos ir atitiko LOHMANN LSL linijų derinio vištoms „Lohmann Tierzucht GmbH“ kompanijos (Vokietija) nurodytus zootechninius reikalavimus bei rekomendacijas (Lohmann LSL, 2002).

Bandymo metu tirti šie parametrai:

- stebima vištų fiziologinė būklė, aiškinamos paukščių kritimo priežastys;
- kasdien suskaičiuojamas ir sveriamas kiekvienas kiaušinis, apskaičiuojamas grupės kiaušinių svoris;
- kas 14 dienų sveriami lesalų likučiai ir skaičiuojamos lesalų sąnaudos 1 kg kiaušinių masės pagaminti.

Rezultatai apdoroti statistiniu paketu „Statistica für Windows“ (StatSoft Inc., 1995).

**Tyrimų rezultatai.** Lesinimo bandymo pradžioje dėslijų vištų vidutinė kūno masė (I gr. – 1621 g, II – 1619 g, III – 1603 g, IV – 1636 g, V – 1637 g, VI – 1631 g) atitiko LOHMANN LSL auginimo rekomendacijas (1632–1768 g) (Lohmann LSL, 2002).

Bandymo metu nė viena višta nenugaišo.

Pagal bandymo metu tirtus parametrus apskaičiuoti vidutiniai bandymų rezultatai pateikti 3–5 lentelėse.

Analizuojant kiaušinių skaičių (3 lentelė) pastebėta, kad pirmajame bandymo periode, t. y. 31–32 vištų amžiaus savaitę, kiaušinių visose tiriamosiose grupėse (II, IV, VI) buvo vienu mažiau nei kontrolinėse (I, III, V). Vėliau kiaušinių skaičius tiriamosiose grupėse buvo vienodas arba 1–3 kiaušiniiais daugiau palyginti su kontrolinėmis grupėmis. Apskaičiuavus kiaušinių skaičių per visą bandymo periodą (31–42 amž. sav.) pastebėta, kad fitazės fermentinis preparatas statistškai patikimai padidino kiaušinių skaičių: IV grupėje – 3%, o VI grupėje – 1% palyginti su kontrolinėmis grupėmis (III, V).

3 lentelė. Sudėtų kiaušinių skaičius pradinės vištos per bandymo periodą, vnt.

Vištų amžius (sav.)	Grupės					
	I (kontr.)	II	III (kontr.)	IV	V (kontr.)	VI
31 – 32	13 ± 0,25	12 ± 0,87	13 ± 0,34	12 ± 0,69	13 ± 0,29	12 ± 0,48
33 – 34	13 ± 0,29	13 ± 0,22	13 ± 0,51	14 ± 0,18	13 ± 0,29	13 ± 0,55
35 – 36	13 ± 0,25	13 ± 0,34	13 ± 0,89	13 ± 0,27	13 ± 0,39	14 ± 0,36
37 – 38	13 ± 0,26	13 ± 0,22	13 ± 0,31	14 ± 0,23	13 ± 0,28	13 ± 0,47
39 – 40	13 ± 0,38	13 ± 0,41	13 ± 0,49	14 ± 0,35	12 ± 0,43	13 ± 0,27
41 – 42	13 ± 0,53	13 ± 0,50	12 ± 0,48	13 ± 0,26	13 ± 0,68	13 ± 0,49
31 – 42	78 ± 0,11 <b>100</b>	77 ± 0,21 <b>99</b>	77 ± 0,15 <b>100</b>	80* ± 0,21 <b>103</b>	77 ± 0,10 <b>100</b>	78* ± 0,17 <b>101</b>

\* Duomenys statistškai patikimi ( $p < 0,05$ ).

Analizuojant vidutinį kiaušinio svorį (4 lentelė) pastebėta, kad fermentinio preparato priedas tiriamosiose grupėse palyginti su kontrolinėmis šį rodiklį pagerino jau nuo pirmojo bandymo periodo: II grupės – 5%, IV – 2%, VI – 1% ( $p > 0,05$ ). Vėliau, t. y. nuo 33 vištų amžiaus savaitės iki paskutinio bandymo periodo, vidutiniškai kiaušiniai II, IV ir VI grupėse (išskyrus VI grupėje 37–38

ir 41–42 amž. sav.) svėrė atitinkamai 7–9%, 2–4% ir 1–2% daugiau ( $p > 0,05$ ).

Per visą bandomąjį laikotarpį II, IV ir VI grupių vidutinis kiaušinio svoris palyginti su kontrolinėmis grupėmis buvo didesnis atitinkamai 7%, 3% ir 1% ( $p > 0,05$ ).

4 lentelė. Vidutinis kiaušinio svoris, g

Vištų amžius (sav.)	Grupės					
	I (kontr.)	II	III (kontr.)	IV	V (kontr.)	VI
31 – 32	62,04 ± 1,24	64,85 ± 1,18	61,02 ± 0,70	61,95 ± 1,39	61,17 ± 1,28	61,87 ± 1,27
33 – 34	62,05 ± 1,05	66,16 ± 1,28	61,76 ± 1,04	63,12 ± 1,72	61,97 ± 1,06	63,15 ± 1,26
35 – 36	62,69 ± 0,75	67,19 ± 1,52	62,52 ± 1,25	64,33 ± 1,86	62,72 ± 1,12	63,20 ± 1,37
37 – 38	61,01 ± 2,37	64,48 ± 1,78	60,81 ± 2,65	63,12 ± 1,58	65,52 ± 3,27	65,26 ± 1,69
39 – 40	65,82 ± 1,62	71,28 ± 2,90	64,43 ± 3,24	66,37 ± 3,85	61,49 ± 2,32	62,91 ± 1,82
41 – 42	63,77 ± 0,78	69,52* ± 1,12	62,36 ± 0,99	64,39 ± 1,86	64,48 ± 1,02	64,43 ± 1,33
31 – 42	62,90 ± 0,76 <b>100</b>	67,25 ± 1,20 <b>107</b>	62,15 ± 0,59 <b>100</b>	63,88 ± 0,68 <b>103</b>	62,89 ± 0,78 <b>100</b>	63,47 ± 0,54 <b>101</b>

\* Duomenys statistškai patikimi ( $p < 0,05$ ).

Analizuojant lesalų sąnaudas 1 kg kiaušinių masės gauti pastebėta, kad fermentinio preparato priedas šį rodiklį pagerino nuo 33 vištų amžiaus savaitės (5 lentelė). Dėl šio fermento įtakos 35–36 amžiaus savaitės II, IV ir

VI grupių vištų lesalų sąnaudos 1 kg kiaušinių masės gauti buvo atitinkamai 5%, 18% ir 5% mažesnės palyginti su kontrolinėmis grupėmis ( $p > 0,05$ ). 33–34 ir 39–40 amžiaus savaitės II vištų grupėje šis rodiklis buvo

atitinkamai 7% ir 6% geresnis palyginti su I kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Per visą bandomąjį laikotarpį lesalų sąnaudos 1 kg kiaušinių masės gauti IV tiriamojoje grupėje buvo 8% mažesnės palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ).

5 lentelė. Lesalų sąnaudos 1 kg kiaušinių masės gauti, kg

Vištų amžius (sav.)	Grupės					
	I (kontr.)	II	III (kontr.)	IV	V (kontr.)	VI
31 – 32	1,96 ± 0,06	2,15 ± 0,20	1,97 ± 0,06	2,18 ± 0,15	1,98 ± 0,03	1,99 ± 0,09
33 – 34	1,96 ± 0,08	1,82 ± 0,05	2,00 ± 0,13	1,85 ± 0,05	1,87 ± 0,08	1,87 ± 0,07
35 – 36	1,89 ± 0,06	1,79 ± 0,08	2,15 ± 0,28	1,77 ± 0,06	1,91 ± 0,10	1,81 ± 0,07
37 – 38	1,93 ± 0,12	1,88 ± 0,08	2,05 ± 0,10	1,80 ± 0,05	1,90 ± 0,11	1,86 ± 0,08
39 – 40	1,88 ± 0,05	1,76 ± 0,06	2,02 ± 0,09	1,78* ± 0,06	1,93 ± 0,09	1,86 ± 0,10
41 – 42	1,76 ± 0,08	1,67 ± 0,07	1,87 ± 0,12	1,66 ± 0,07	1,78 ± 0,17	1,75 ± 0,11
31 – 42	1,90 ± 0,03	1,84 ± 0,07	2,01 ± 0,04	1,84* ± 0,08	1,89 ± 0,03	1,86 ± 0,04
	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>98</b>

\* Duomenys statistiškai patikimi ( $p<0,05$ ).

**Aptarimas ir išvados.** Tyrimų duomenys parodė, kad vartojant fitazę, gautą iš *Pheniophora lycii* kamieno, pagerėjo vištų dėslumas. Savo tyrimuose S. S. Deshpande (1984), N. Khan (1996) ir K. Zyla (1992) nurodo, kad fitatai taip pat sulėtina baltymų, krakmolo ir riebalų virškinamumą, nes suformuoja su šiomis medžiagomis nevirškinamus kompleksus, slopina tokių fermentų kaip alfa amilazės, tripsino ir pepsino veiklą, todėl blogėja krakmolo bei baltymų virškinamumas. Atsižvelgiant į šiuos duomenis galima teigti, kad fitazė galėjo pagerinti lesalo maisto medžiagų – baltymų, krakmolo ir riebalų – virškinamumą. Dėl to galėjo didėti vištų dėslumas. Nepakeičiamų riebalų rūgščių – linolio, linoleno – kiekis sąlygoja didesnę kiaušinių svorį. Literatūros duomenimis, geresnis riebalų virškinamumas iš dalies galėjo sąlygoti kiaušinių masės didėjimą. Geresnis aminorūgščių, ypač metionino pasisavinamumas iš dalies gali lemti kiaušinių masės padidėjimą (Kamphues et al., 1999). Dėl fitazės lesalai tapo lengviau subalansuoti, geriau pasisavintos maistinės medžiagos, kartu mažiau reikėjo lesalų kiaušinių masės gamybai (Dänicke u. a., 1999).

Taigi apibendrinant gautus rezultatus galima padaryti tokias išvadas:

1. Lesinimo bandymo metu nustatyta, kad fermentinio preparato RONOZYME P priedas lesaluose, kuriuose buvo sumažintas pasisavinamojo fosforo kiekis (nuo 0,40% iki 0,20%), per visą bandymo laikotarpį pagerino vištų produktyvumo rodiklius, t. y. 1–3% ( $p<0,05$ ) padidino kiaušinių skaičių, 1–7% ( $p>0,05$ ) vidutinį kiaušinio svorį ir 2–8% ( $p<0,05$ ) sumažino lesalų sąnaudas 1kg kiaušinių masės gauti.

2. Paukščių išsaugojimui fermentinio preparato priedas įtakos neturėjo.

#### Literatūra

1. Broz J. et al. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilisation in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. *British Poultry Science*, 1994. T. 35. P. 273–280.
2. Cowan W. D. et al. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology*, 1996. T. 60. P. 265–270.
3. Dänicke S., Halle I. u. a. Erarbeiter der Broschüre. GfE. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). German, 1999. N.7. S. 185.

4. Deo C., Shrivastva H. P., Chand S., Verma S. V. S., Toppo S. Bone morphometry, mineralization, serum calcium and phosphorus contents as influenced by dietary calcium, phosphorus and vitamin D3 in broiler chicks. *XX World's Poultry Congress*. New Delhi, 1996. T. IV. P. 164.

5. Deshpande S. S. a. Cheryan M. Effect of phytic acid, divalent cations and their interaction on alpha amylase activity. *Journal of Food Science*, 1984. T. 49. P. 10–14.

6. Eeckhout W., De Peape M. Phytata- und Phytata – P in Futtermitteln. *Animal Feed Science and Technology*, 1994. T. 47. P. 19–29.

7. Gordon R. W. Roland D. A. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. *World's Poultry Science*, 1998. T. 77. P. 290–294.

8. Gordon R. W. Roland D. A. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. *World's Poultry Science*, 1997. T. 76. P. 1172–1177.

9. Hunton P. Cracked eggs. *Poultry International*, 1996. T. 35 (5). P. 72–76.

10. Iragavarapu R., Doerge T. Manure phosphorus – problems, regulations and crop genetics solutions. [http://www.pioneer.com/usa/nutrition/manure\\_phosphorus\\_99.htm](http://www.pioneer.com/usa/nutrition/manure_phosphorus_99.htm), 1999.

11. Jeroch H. et al. *Futtermittelkunde*, Gustav Fischer Verlag Jena-Stuttgart, 1993. S. 307–322.

12. Kamphues J., Schneider D., Leibetseder J. Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Verlag M. & H. Schaper Alfeld, Hannover, 1999. S. 276.

13. Korin L. Leske and Craig N. Coon. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determination with broilers and laying hens. *Poultry Science*, 1999. T. 78. P. 1151–1157.

14. Khan N. Tackling the phosphate burden. *FEED MIX enzymes special issue*, 1996.

15. Lohmann LSL // Layer management guide. Lohmann Tierzucht GmbH, Germany, 2002. P. 32.

16. Murry A. C. Effects of microbial phytase on calcium and phosphorus digestibility. *Annual Report* <http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/s301murr.htm>; 1995.

17. Oloffs K., Cossa J., Jeroch H. Phosphorus utilization from different vegetable feedstuffs by laying hens. *Archiv Für Geflügelkunde*, 2000. T. 64 (1). P. 24 – 27.

18. Scheunert A., Trautmann A. *Lehrbuch der Veterinär – Physiologie*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1987. P. 98–99.

19. Qian H., Kornegay E. T., Denbow D. M. Utilization of phosphorus and calcium as influence by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *World's Poultry Science*, 1997. T. 76. P. 37–46.

20. Rama Rao S., Ramasabba Reddy V., Ravindra Reddy V. Evaluation of phosphatic fertilizers as source of phosphorus in broiler and layer diets. *10<sup>th</sup> European Poultry Conference*. Jerusalem, 1998. T. 1. P. 453–457.

21. Rama Rao S., Ramasabba Reddy V., Ravindra Reddy V. Requirement of nonphytin phosphorus and enhancement of phytin

phosphorus bioavailability in broilers and layers. XX World's Poultry Congress. New Delhi, T. IV, 1996. P. 165.

22. Simons P. C. M. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *British Journal of Nutrition*, 1990, T. 64. P. 525–540.

23. StatSoft Inc. Tulsa OK: Statistica für Windows™ (Version 5.0). 1995.

24. Vetesi M., Mezes M. et al. Effects of phytase supplementation on calcium and phosphorus output, production traits and mechanical stability of tibia in broilers chickens. *Acta Veterinaria Hungarica*, 1998. T. 46 (2). P. 231–242.

25. Zyla K. Mould phytases and their application in the food industry. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1992. T. 8. P. 467–472.