



# Пваринництво, ветеринарна медицина

УДК 636.5.082.474  
© 2020

## ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ $\alpha$ -ЗЕАРАЛАНОЛУ У КОРМІ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ КУРЕЙ

Н.В. Шоміна<sup>1</sup>, А.М. Котик<sup>2</sup>, А.Л. Бондаренко<sup>3</sup>, О.М. Байдевятова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>кандидат сільськогосподарських наук

<sup>2</sup>доктор ветеринарних наук

Державна дослідна станція птахівництва НААН

вул. Центральна, 20, с. Бірки Зміївського р-ну Харківської обл., 63421, Україна

e-mail: <sup>1</sup>shomina\_n@ukr.net, <sup>2</sup>amkotyk@ukr.net,

<sup>3</sup>bondarenkoangela2020@ukr.net, <sup>4</sup>baidevlatova\_o@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9658-2559, <sup>2</sup>0000-0002-7221-4492,

<sup>3</sup>0000-0002-6324-4577, <sup>4</sup>0000-0002-5316-184X

Надійшла 19.10.2020

**Мета.** Визначити вплив низьких концентрацій  $\alpha$ -зеараланолу у кормі на відтворні якості курей-несучок. **Методи.** Дослідження було проведено на Державній дослідній станції птахівництва НААН на курях, яйцях та відходах інкубації. З курей породи Бірківська барвиста у віці 35-ти тижнів було сформовано 2 групи (контрольну та дослідну). Перші 14 днів (вік стада 35 – 36 тижнів) птиця отримувала стандартний комбікорм відповідно до вікових потреб. Наступні 3 тижні птиця дослідної групи отримувала комбікорм з домішкою  $\alpha$ -зеараланолу у кількості 50 мкг/кг (вік птиці 37 – 39 тижнів), кури та півні контрольної групи і далі отримували стандартний комбікорм. Було оцінено збереженість птиці, масу яєць, виводимість яєць, розподіл відходів за періодами інкубації. **Результати.** Збереженість птиці протягом дослідження становила 100%. Виявлено позитивний вплив домішки на масу яєць у дослідній групі птиці. Оцінка результатів інкубації яєць дослідної групи порівняно з контрольною свідчить про сприятливий вплив додавання до корму  $\alpha$ -зеараланолу. Так, якщо до введення домішки виводимість яєць у дослідній групі була на 7,6%, 10,3 і 12,4% нижча контролю, то після введення — перевищувала показники на контролі на 0,1 і 4,0%. Підвищення виводимості яєць відбулося завдяки зниженню загибелі зародків на пізніх стадіях інкубації, категорії відходів «завмерлі» та «задохлики». **Висновки.** Виявлено стимулювальний ефект зеранолу в концентрації 50 мкг/кг на репродуктивні якості птиці. До введення його в корм виводимість яєць дослідної групи була на 7,6%, 10,3 і 12,4% нижча контролю, після введення — виводимість дослідної групи перевищувала показники на контролі на 0,1 і 4,0%. Зниження загибелі зародків

**на пізніх стадіях інкубації під впливом  $\alpha$ -зеараланолу заслуговує поглибленого дослідження і має істотне теоретичне та практичне значення.**

**Ключові слова:** птиця, годівля, домішка, збереженість, маса яєць, виводимість яєць, заплідненість яєць, відходи інкубації.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-05>

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розмаїття мікотоксинів та їх продуцентів, взаємодія їхніх патологічних ефектів один з одним та з іншими чинниками навколишнього середовища, пошук оптимальних шляхів взаємодії з ризиками, що вони породжують, визначають широке коло питань, які потребують вивчення.

Загалом, відомо понад 200 видів грибів-продуцентів мікотоксинів. Належать ці гриби здебільшого до родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* та *Alternaria*, що здатні виробляти кількості типів мікотоксинів. Представники родів *Fusarium* та *Claviceps* характерні для польових умов, а *Aspergillus* та *Penicillium* також і для сховищ [1, 2].

Проте традиційно вважають, що найбільшу глобальну загрозу здоров'ю людини та свійських тварин становлять лише кілька з них: афлатоксини, охратоксини, трихотечени, фумонізени, зеараленон і патулін [3–6]. Особлива небезпека саме цих мікотоксинів зумовлена рідкісним поєднанням їх поширення, токсичності та стійкості. Саме вони були причиною численних випадків гострих і хронічних отруєнь людей та тварин [7, 8–10], деякі з них можуть тривалий час перебувати у сироватці крові людини та екскретуватися з грудним молоком [11–14]. У більшості країн світу максимально допустимі рівні (МДР) установлено лише щодо вмісту перелічених вище мікотоксинів «глобального значення» [15]. Загальне поширення контамінації зерна цими мікотоксинами є досить значним: сучасні аналітичні засоби виявляли їх наявність більш ніж у половині досліджених зразків, хоча у більшості випадків вміст мікотоксинів не перевищував МДР [16–18]. Водночас набагато менше відомо випадків отруєнь іншими мікотоксинами або контамінації ними кормової або харчової сировини. Крім того, певні мікотоксини втрачають своє значення

для тваринництва через упровадження сучасних агротехнічних і гігієнічних заходів (алкалоїди ріжків *Claviceps*, цитреовіридин).

Гриби роду *Fusarium* є продуцентами трихотеченів А і В (Т-2 і НТ-2 токсинів, діацетоксисцирпенолу, вомітоксину), фумонізенив, зеараленону, що є поширеними контамінантами зернових у регіонах з помірним кліматом, водночас *Aspergillus* та *Penicillium*, що продукують афлатоксини, охратоксини, цитринін, є характернішими для регіонів з тропічним і субтропічним кліматом. До того ж птиця є порівняно стійкою до таких поширених мікотоксинів, як зеараленон [19], фумонізін [20, 21] або вомітоксин [22]. Наприклад, птиця може переносити концентрації вомітоксину у кормі аж до 20 мг/кг, водночас концентрація 1–2 мг/кг вже викликає токсикоз у свиней. Причиною чого вважається низька біодоступність цих мікотоксинів та їхня швидка метаболізація в організмі птиці [23].

Зеараленон відомий як один з найпоширеніших чинників забруднення зерна і комбікормів. У країнах Європи за узагальненими даними зеараленон виявляли в кожній 4-й пробі кукурудзи і пшениці, а також в ячмені (19%), вівсі (15%) і комбікормах (12%); середні рівні — від 2 до 300 мг/кг [24]. У період 1982–1992 рр. у південно-західних районах Німеччини від 20 до 37% зразків вівса були забруднені зеараленоном у концентраціях 0,08–0,244 мг/кг [25]. Повідомлялося також про виявлення в зерні інших фузаріотоксинів з групи лактонів резорцилової кислоти, зокрема, про забруднення кукурудзи і вівса зеараленолом [26, 27].

Дослідження, проведені в Україні, свідчать, що зеараленон-токсикоз є поширеним мікотоксикозом серед сільськогосподарських тварин, і характеризується розвитком гіпертрофічних процесів у тканинах статевого тракту, збільшенням маси яєчників і матки, розмірів молочних залоз і зовнішніх

статевих органів, вольвовагінітами та іншими захворюваннями статеві системи [28]. В основі біологічної активності зеараленону і споріднених метаболітів щодо ссавців і птиці лежить їх конкурентне зв'язування з естрагонними цитоплазматичними рецепторами й індукція синтезу протеїну [29].

Основними продуцентами зеараленону є фітопатоген зернових культур *Fusarium graminearum* Schwabe і *Fusarium tricinctum*.

До істотних змін в оцінці зеараленону як чинника забруднення кормів привели результати вивчення впливу на продуктивні і відтворні якості курей спорідненої до зеараленону сполуки —  $\alpha$ -зеараланолу, який є метаболітом деяких видів *Fusarium* [30]. У ряді країн (США, Канаді та ін.)  $\alpha$ -зеараланол виробляють промисловим способом і широко використовують під час відгодівлі великої рогатої худоби й овець для збільшення приросту маси і поліпшення використання корму.

До початку 90-х років інформація про вплив  $\alpha$ -зеараланолу на птицю була обмежена кількома публікаціями. Так, автори повідомляли про значне збільшення приростів маси у індичат протягом перших 4-х тижнів після виводу при імплантації  $\alpha$ -зеараланолу в дозах 3000, 6000, 12000 мкг або при згодовуванні в кількостях 10000–100000 мкг/кг корму. В індичат, що одержували  $\alpha$ -зеараланол, було також установлене 50-разове збільшення яйцепроводу і зменшення маси яєчників і сім'яників. Імплантація каченят  $\alpha$ -зеараланолу в дозах 3000–24000 мкг/гол. не викликала значних відхилень, за винятком вираженого збільшення маси яйцепроводу [31]. У дослідженнях інших авторів після імплантації  $\alpha$ -зеараланолу індичкам 13–16-тижневого віку в дозі 12000 мкг/гол. анаболічного ефекту не виявлено [32].

Результати досліджень, виконаних в Інституті птахівництва УААН, свідчать, що  $\alpha$ -зеараланолу властива здатність впливати на відтворні якості птиці. Установлено, що включення його в корм у низьких концентраціях не впливає негативно на масу яєць і виведених курчат та знижує загибель зародків у другу половину інкубації [33, 34].

Враховуючи те, що зеараленон є дуже поширеним чинником забруднення кормів, а також наявність даних щодо впливу

низьких концентрацій  $\alpha$ -зеараланолу на відтворні якості птиці, актуальним є поглиблення досліджень щодо дії зеараленону та споріднених сполук у малих концентраціях як на репродуктивні показники курей, так і на розвиток ембріонів.

**Мета досліджень** — визначити вплив низьких концентрацій  $\alpha$ -зеараланолу у кормі на відтворні якості курей-несучок.

**Матеріал і методи досліджень.** Дослідження проведено в умовах експериментальної ферми «Збереження державного генфонду птиці», відділу селекції, технології та інноваційного менеджменту, лабораторії забезпечення якості кормів Державної дослідної станції птахівництва НААН на курях, яйцях і відходах інкубації. З курей породи Бірківська барвіста у віці 35 тижнів було сформовано 2 групи (контрольну та дослідну). У контрольній групі було 53 гол. курочок і 8 гол. півнів, у дослідній — 55 гол. курочок і 8 гол. півнів. Тривалість періоду збору яєць від зазначених груп птиці становила 5 тижнів. Перші 14 днів (вік стада 35–36 тижнів) птиця отримувала стандартний комбікорм відповідно до вікових потреб. Наступні 3 тижні птиця дослідної групи отримувала комбікорм з домішкою  $\alpha$ -зеараланолу у кількості 50 мкг/кг (вік птиці 37–39 тижнів), кури та півні контрольної групи і далі отримували стандартний комбікорм. Кожного тижня протягом дослідного періоду закладали яйця на інкубацію в модернізованих лабораторних інкубаторах ІЛБ-0,5 за стандартними режимами [35]. Після завершення інкубації оцінювали та аналізували її результати, відходи інкубації було розітнуто для встановлення категорії та причин загибелі ембріонів [36]. Проводили статистичний аналіз одержаних даних із використанням офісної програми Excel.

**Облікові показники:** збереженість птиці (%), маса яєць (г), заплідненість і виводимість яєць (%), загибель ембріонів за періодами інкубації (%), вивід молодняка (%).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Збереженість птиці протягом дослідного періоду становила 100%. Що стосується впливу  $\alpha$ -зеараланолу у кормі на масу яєць, то протягом досліджуваного періоду спостерігали підвищення маси яєць у дослідній групі на 1,4–2,1 г, водночас у контрольній

### 1. Маса яєць контрольної та дослідної груп птиці

Група	Вік птиці, тижнів					
	35	36	37*	38	39	40
Дослід	51,9±0,3 <sup>a</sup>	52,9±0,4	53,2±0,5	54,0±0,5 <sup>b</sup>	53,8±0,5 <sup>b</sup>	53,3±0,5
Контроль	53,7±0,6	53,5±0,4	54,0±0,4	53,4±0,4	53,7±0,5	53,4±0,5

\* Початок згодовування комбікорму з домішкою зеранолу птиці дослідної групи.

### 2. Результати інкубації яєць, зібраних протягом досліджуваного періоду

Група	Закладено яєць, шт.	Виводимість яєць, %	Вивід молодняку		Незапліднені яйця		«Кров'яне кільце»		Завмерлі		Задохлики	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
<i>1-й вивід молодняку (1-й тиждень збору яєць)</i>												
Дослід	48	81,0±4,9 <sup>a</sup>	34	70,8	6	12,5	3	6,3	1	2,1	4	8,3
Контроль	101	88,6±3,2	86	85,1	4	3,9	3	3,0	3	3,0	5	5,0
<i>2-й вивід молодняку (2-й тиждень збору яєць)</i>												
Дослід	86	77,3±4,8 <sup>a</sup>	58	67,4	11	12,8	5	5,8	4	4,7	8	9,3
Контроль	117	87,6±3,1	99	84,6	4	3,4	3	2,6	2	1,7	9	7,7
<i>3-й вивід молодняку (3-й тиждень збору яєць, початок згодовування домішки)</i>												
Дослід	84	76,0±4,9 <sup>a</sup>	57	67,9	9	10,7	5	5,9	5	5,9	8	9,6
Контроль	117	88,4±3,0	99	84,6	5	4,3	4	3,4	3	2,6	6	5,1
<i>4-й вивід молодняку (4-й тиждень збору яєць)</i>												
Дослід	79	88,9±3,7	64	81,0	7	8,9	3	3,8	0	0	5	6,3
Контроль	89	88,8±3,3	79	88,8	0	0	2	2,2	2	2,2	6	6,8
<i>5-й вивід молодняку (5-й тиждень збору яєць)</i>												
Дослід	77	91,5±3,3 <sup>b</sup>	65	84,4	6	7,8	1	1,3	2	2,6	3	3,9
Контроль	57	87,5±4,4	49	86,0	1	1,8	1	1,8	1	1,8	5	8,6

групі зростання цього показника відбулося на 0,3–0,5 г з наступним зниженням до показників, які були у віці 35–36 тижнів (табл. 1).

Визначено результати інкубації яєць, зібраних за досліджуваній період (табл. 2). Відбулося поліпшення як заплідненості, так і виводимості яєць від дослідної групи птиці після додавання домішки (див. табл. 2).

Після згодовування комбікорму із  $\alpha$ -зеараланолом виводимість і заплідненість яєць дослідної групи збільшилася в середньому на 12,1 і 3,6% відповідно (порівняно з періодом, коли птиця отримувала стандартний комбікорм). Підвищення виводимості яєць відбулося завдяки зниженню загибелі зародків на пізніх стадіях інкубації, категорії відходів «завмерлі» та «задохлики» (див. табл. 2).

Результати інкубації яєць дослідної групи порівняно з контрольною також свідчать про сприятливий вплив додавання до корму  $\alpha$ -зеараланолу: якщо до введення домішки виводимість яєць дослідної групи була на 7,6%, 10,3 і 12,4% нижче контролю, то після введення — виводимість дослідної групи перевищувала показники на контролі на 0,1 і 4%.

Під час розтину відходів інкубації, проведеному для кожної партії яєць, синдромів, характерних для ембріотоксикозів, не виявлено.

Отже, додавання  $\alpha$ -зеараланолу до комбікорму мало стимулювальний ефект на репродуктивні якості птиці. Отримання таких результатів потребує подальшого ведення та поглиблення досліджень у цьому напрямі.

## Висновки

Виявлено стимулювальний ефект  $\alpha$ -зеараланолу у концентрації 50 мкг/кг на репродуктивні якості птиці. До введення в корм  $\alpha$ -зеараланолу виводимість яєць дослідної групи була на 7,6%, 10,3 і 12,4% нижча контролю, після введення — виводимість

дослідної групи перевищувала показники на контролі на 0,1 і 4,0%. Зниження загубелі зародків на пізніх стадіях інкубації під впливом  $\alpha$ -зеараланолу заслуговує поглибленого дослідження як таке, що має істотне теоретичне і практичне значення.

**Shomina N.<sup>1</sup>, Kotyk A.<sup>2</sup>, Bondarenko A.<sup>3</sup>, Baidevliatova O.<sup>4</sup>**

State poultry research station of NAAS; 20 Tsentralna Str., Birky, Zmiiv district, Kharkiv oblast, 63421, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>shomina\_n@ukr.net, <sup>2</sup>amkotyk@ukr.net, <sup>3</sup>bondarenkoangela2020@ukr.net, <sup>4</sup>baidevliatova\_o@ukr.net; ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9658-2559, <sup>2</sup>0000-0002-7221-4492, <sup>3</sup>0000-0002-6324-4577, <sup>4</sup>0000-0002-5316-184X

### Study of the influence of low concentrations of $\alpha$ -zearalanol in feed on reproductive quality of hens

**Goal.** To determine the effect of low concentrations of  $\alpha$ -zearalanol in feed on the reproductive qualities of laying hens. **Methods.** The study was conducted at the NAAS State poultry research station on hens, eggs, and incubation waste. At the age of 35 weeks, 2 groups (control and experimental) were formed from hens of Birkivska barvysta breed. The first 14 days (age of the herd 35–36 weeks) birds received standard feed according to age needs. For the next 3 weeks, the birds of the experimental group received compound feed with an admixture of  $\alpha$ -zearalanol in the amount of 50 мкг/кг (bird age 37–39 weeks), while hens and cocks of the control group received standard feed at that period. Poultry safety, egg weight, hatchability of eggs, distribution of waste by incubation periods were assessed. **Results.** The preservation of the bird during

the experiment was 100%. The positive effect of the additive on the weight of eggs in the experimental group of birds was revealed. Evaluation of the results of incubation of eggs of the experimental group in comparison with the control indicates a beneficial effect of adding  $\alpha$ -zearalanol to feed. Thus, if before the introduction of the additive the hatchability of eggs in the experimental group was 7.6%, 10.3, and 12.4% lower than the control, then after the introduction — exceeded the control by 0.1 and 4.0%. The increase in egg hatchability was due to the reduction of embryo death in the late stages of incubation, as well as the category of waste «frozen» and «dead». **Conclusions.** The stimulating effect of  $\alpha$ -zearalanol at a concentration of 50 мкг/кг on the reproductive qualities of poultry was revealed. Before the introduction of  $\alpha$ -zearalanol in the feed, the hatchability of eggs of the experimental group was 7.6%, 10.3, and 12.4% lower than the control, after the introduction — the hatchability of the experimental group exceeded the control by 0.1 and 4.0%. The reduction of embryo death in the late stages of incubation under the influence of  $\alpha$ -zearalanol deserves an in-depth study and has significant theoretical and practical significance.

**Key words:** poultry, feeding, additive, preservation, egg mass, egg hatchability, egg fertilization, incubation waste.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-05>

## Бібліографія

1. *Fungi producing significant mycotoxins. IARC Scientific publications.* 2012. № 158. P. 1–30.
2. *Ismaiel A.A., Papenbrock J. Mycotoxins: producing fungi and mechanisms of phytotoxicity. Agriculture.* 2015. № 5. P. 492–537. doi: 10.3390/agriculture5030492
3. *Bhat R.V., Shetty P.H., Amruth R.P. A food-borne disease outbreak due to the consumption of moldy sorghum and maize. J. of toxicology: clinical toxicology.* 1997. V.35, № 3. P. 249–255. doi: 10.3109/15563659709001208
4. *Pitt J.I. Toxigenic fungi: which are important? Medical mycology.* 2000. V. 38. № 1. P. 17–22. doi: 10.1080/mmy.38.s1.17.22?journalCode=immy20
5. *Richard J.L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses. International J. of food microbiology.* 2007. V. 119. № 1–2. P. 3–10. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.019
6. *Milicevic D., Lakicevic B., Petronijevic R. et al. Climate change: impact on mycotoxines incidence and food safety. Theory and practice of*

- meat processing. 2019. V. 4. № 1. P. 9–16. doi: 10.21323/2414-438X-2019-4-1-9-16
7. Selected mycotoxins: ochratoxins, trichothecenes, ergot. *Environmental health criteria* № 105. *World health organization*. Geneva, 1990. 263 p.
8. Bhat R., Ral R.V., Karim A.A. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2010. V. 9. P. 57–81. doi: 10.1111/j.1541-4337.2009.00094.x
9. Janovic M., Trailovic D., Kukoli V. et al. An outbreak of fumonisin toxicosis in horses in Serbia. *World mycotoxin J.* 2015. V. 8. № 4. P. 387–391. doi: 10.3920/WMJ2014.1812
10. Probst C., Njapau H., Cotty P.J. Outbreak of an Acute aflatoxicosis in Kenya: identification of the causal agent. *Applied and environmental microbiology*. 2007. V. 73. № 8. P. 2762–2764. doi: 10.1128/AEM.02370-06
11. Chen C., Wang L., Lu S. et al. Elevated aflatoxin exposure and increased risk of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*. 2010. V. 24. № 1. P. 38–42. doi: 10.1002/hep.510240108
12. Coronel M.B., Sanchis V., Ramos A.J., Marin S. Review. Ochratoxin A: Presence in human plasma and intake estimation. *Food Science and technology International*, 2010. doi: 10.1177/1082013209353359
13. Jonsyn F.E., Maxwell S.M., Hendrickse R.G. Ochratoxin A and aflatoxins in breast milk samples from Sierra Leone. *Mycopathologia*. 1995. V. 131. № 2. P. 121–126. doi: 10.1007/BF01102890
14. Radic B., Fuchs R., Peraica M., Lucić A. Ochratoxin A in human sera in the area with endemic nephropathy in Croatia. *Toxicology letters*. 1997. V. 91. № 2. P. 105–109. doi: 10.1016/S0378-4274(97)03877-0
15. Egmond H.P., Jonker M.A. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. *FAO*. 2005. № 81. 7 p.
16. Monbaliu S., Van Poucke C., Detavernier C. et al. Occurrence of mycotoxins in feed as analyzed by LC-MS/MS method. *J. of agricultural and food chemistry*. 2010. V. 58. № 1. P. 66–71. doi: 10.1021/jf903859z
17. Shatzmayr G., Streit E. Global occurrence of mycotoxins in the food and feed chain: facts and figures. *World mycotoxin journal*. 2013. V. 6. № 3. P. 213–222. doi: 10.3920/WMJ2013.1572
18. Kos J., Hajnal E.J., Malachová A. et al. Mycotoxins in maize harvested in Republic of Serbia in the period 2012–2015. Part 1: Regulated mycotoxins and its derivatives. *Food Chemistry*. 2020. V. 312. 126034. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.126034
19. Allen N.K., Mirocha C.J., Weaver G. et al. Effects of dietary zearalenone on finishing broiler chickens and young turkey poults. *Poultry science*. 1980. V. 60. № 1. P. 124–131. doi: 10.3382/ps.0600124
20. Kubena L.F., Edrington T.S., Camps-Holtzappel C. et al. Influence of fumonisin present in *Fusarium moniliforme* culture material, and T-2 toxin on turkey poults. *Poultry science*. 1995. V. 74. № 2. P. 306–313. doi: 10.3382/ps.0740306
21. Knutsen H., Alexander J., Barregård L. et al. Risks for animal health related to the presence of fumonisins, their modified forms and hidden forms in feed. *EFSA J.* 2018. V. 16. Is. 5. e05242. doi: 10.2903/j.efsa.2018.5242
22. Pestka J.J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. *Animal feed science and technology*. 2007. № 137. P. 283–298. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.06.006
23. Devreese M., de Backer P., Croubels S. Overview of the most important mycotoxins for the pig and poultry husbandry. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 2013. V. 82. P. 171–180.
24. Gareis M., Bauer J., Enders C., Gedek B. Contamination of cereals and feed with *Fusarium* mycotoxins in European countries. *Fusarium: Mycotoxins Taxon a. Path.: Semin.* Warsaw. Sept. 1987. P. 441–472.
25. Muller H.M., Reimann J., Schumacher U., Schwadorf K. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in oats harvested during five years in an area of southwest Germany. *Food Addit. Contam.* 1998. V. 15. № 7. P. 801–806. doi: 10.1080/02652039809374713
26. Chang H.L., de Vries J.W. Short liquid chromatographic method for the determination of zearalenone and alpha-zearalenol. *J.A.O.A.C.* 1984. V. 67. Is. 4. P. 741–744. doi: 10.1093/jaoac/67.4.741
27. Mirocha C.J., Schauerhamer B., Christensen C.M. et al. Incidence of zearalenone in animal feed. *Appl. Environment. Microbiol.* 1979. V. 38. P. 749–750.
28. Труфанова В.О., Братишко Н.І., Котик А.М. та ін. Мікотоксикози птиці: етіологія, діагностика, профілактичні засоби і методи. Харків, 2005. С. 67–85.
29. Lindsay D.G. Zearanol — a nature-identical oestrogen. *Fd. Chem. Toxic.* 1985. V. 23. № 8. P. 767–774. doi: 10.1016/0278-6915(85)90273-X
30. Richardson K.E., Hagler W.M., Mirocha C.J. Production of zearalenone, alpha- and beta-zearalenol, and alpha- and beta-zearalanol by *Fusarium* spp. in rice culture. *J. of Agricultural and food chemistry*. 1985. V. 33. № 5. P. 862–866. doi: 10.1021/jf00065a024
31. Wentworth B.C., Mashalay M., Birrencott G. et al. The performance of growing turkeys and ducks implanted and fed zearanol. *Poultry Science*. 1979. V. 58. № 4. P. 1122–1124.
32. Castado D.J., Jones J.E., Maurice D.V. Growth and carcass composition of female turkeys

implanted with anabolic agents and fed high protein and low protein diets. *Archives of Animal Nutrition*. Berlin. 1993. V. 40. № 8. P. 703–712. doi: 10.1080/17450399009428419

33. Котик А.М., Труфанова В.О., Братіш-ко Н.І., Стефанович О.М. Дія зеараленону на відтворні якості та біохімічні показники курей. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 5. С. 33–36.

34. Котик А.М., Труфанова В.А., Стефанович А.Н. и др. Влияние различных концентраций зеранола на продуктивные качества мясных

цыплят [The effect of different concentrations of zeranol on the productive qualities of meat chickens]. *2<sup>nd</sup> Baltic Poultry conference Proceedings*. Vilnius. 15–16 September, 1994. P. 59–60.

35. Бреславец В.О., Шоміна Н.В., Артеменко О.Б., Байдевятова О.М. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці. Харків, 2018. 92 с.

36. Дядичкина Л.Ф., Позднякова Н.С., Главатских О.В. и др. Руководство по биологическому контролю при инкубации сельскохозяйственной птицы. Метод. реком.: ВНИТИП, 2004. С. 35–41.