

## ВЛИЯНИЕ АЛЬФА-ЗЕАРАЛАНОЛА В КОРМЕ НА КАЧЕСТВО ИНКУБАЦИОННЫХ ЯИЦ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР

**Н. В. ШОМИНА, А. Н. КОТИК,  
О. Н. БАЙДЕВЛЯТОВА, А. Л. БОНДАРЕНКО**

*Государственная опытная станция птицеводства НААН,  
с. Борки, Украина, 63421*

*(Поступила в редакцию 18.02.2021)*

*В работе изучено влияние низких концентраций альфа-зеараланола (50 мкг/кг и 100 мкг/кг) в корме родительского стада кур на выводимость яиц, оплодотворенность и эмбриональную смертность. Исследования были проведены в Государственной опытной станции птицеводства НААН на курах, яйцах и отходах инкубации. Из кур породы Борковская барвистая в возрасте 35 недель было сформировано 3 группы (контрольная и две опытные). Птица контрольной группы получала стандартный комбикорм согласно возрастным нормам, птица опытных групп получала корм с примесью альфа-зеараланола в количестве 50 мкг/кг и 100 мкг/кг соответственно. Продолжительность периода исследований 10 недель. Полученные инкубационные яйца от птицы контрольной и опытных групп были проинкубированы и оценены по выводимости и оплодотворенности. Установлено, что введение в корм птице, содержащейся на естественном спаривании, альфа-зеараланола в концентрации 50 мкг/кг привело к достоверному повышению выводимости яиц за счет снижения смертности эмбрионов во вторую половину инкубации. Выводимость яиц в указанной опытной группе была на 4,3 % выше, чем в контроле (87,6±1,4 и 83,3±1,6 соответственно). Вместе с этим наблюдали значительное снижение оплодотворенности яиц в опытной группе, что может свидетельствовать о негативном влиянии альфа-зеараланола на процессы сперматогенеза у плененных петухов.*

**Ключевые слова:** альфа-зеараланол, яйценоскость, выводимость яиц, оплодотворенность яиц.

*The effect of low concentrations of alpha-zearalanol (50 µg / kg and 100 µg / kg) in the feed of parental hens on hatchability, fertility and embryonic mortality was studied. The studies were carried out at the State Poultry Research Station of NAAS on chickens, eggs and incubation waste. From chickens of the Borkovskaya barvystaya breed at the age of 35 weeks, 3 groups were formed (control and two experimental). The birds of the control group received standard compound feed according to age norms, the birds of the experimental groups received food with an admixture of alpha-zearalanol in the amount of 50 µg/kg and 100 µg/kg, respectively. The duration of the research period was 10 weeks. The hatching eggs obtained from the birds of the control and experimental groups were incubated and evaluated for hatchability and fertilization. It was found that the introduction of alpha-zearalanol at a concentration of 50 µg / kg into the feed of birds kept on natural mating led to a significant increase in egg hatchability by reducing the mortality of embryos in the second half of incubation. The hatchability of eggs in the indicated experimental group was 4.3 % higher than in the control (87.6 ± 1.4 and 83.3 ± 1.6, respectively). At the same time, a significant decrease in egg fertili-*

zation was observed in the experimental group, which may indicate a negative effect of alpha-zearalanol on the processes of spermatogenesis in breeding roosters.

**Key words:** alpha-zearalanol, egg production, hatchability, egg fertilization.

**Введение.** В зарубежной и отечественной научной литературе значительное внимание уделяется контролю уровней загрязнения зерна и комбикормов микотоксинами. Последние считаются контаминантами кормов и пищевых продуктов и входят в список опасных природных экотоксикантов. Угрозой здоровью человека и животных является способность микотоксинов проявлять действие в ультраминимальных дозах, которые часто не поддаются современным методам обнаружения. Скрининговые исследования, проведенные в предыдущие годы, показали, что около 70 % кормов на основе злаков загрязнены, по меньшей мере, одним микотоксином [1].

Традиционно считается, что наибольшую глобальную угрозу представляют афлатоксины, охратоксины, трихотецены, фумонизины, зеараленон и патулин [2–5]. Именно они были причиной многочисленных случаев острых и хронических отравлений людей и животных [6], в том числе недавних [7–9], некоторые из них могут длительное время находиться в сыворотке крови человека и экскретироваться с грудным молоком [10–13].

Грибы рода *Fusarium* являются продуцентами трихотеценов А и В (Т-2 и НТ-2 токсинов, диацетоксисцирпенола, vomитоксина), фумонизинов, зеараленона, которые являются распространенными контаминантами зерновых в регионах с умеренным климатом, в то время как грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*, продуцирующие афлатоксины, охратоксины, цитринин, более характерны для регионов с тропическим и субтропическим. Установлено, что птица сравнительно устойчива к таким распространенным микотоксинам, как зеараленон [14], фумонизин [15, 16] или vomитоксин [17]. Например, птица может переносить концентрации vomитоксина в корме до 20 мг/кг, в то время как концентрация 1–2 мг/кг уже вызывает токсикоз у свиней. Причиной этого считается низкая биодоступность указанных микотоксинов и их быстрая метаболизация в организме птиц [18].

Зеараленон известен как один из наиболее распространенных факторов загрязнения зерна и комбикормов. В странах Европы, по обобщенным данным, зеараленон выявляли в каждой четвертой пробе кукурузы и пшеницы, а также в ячмене (19 %), овсе (15 %) и комбикормах (12 %); средние уровни от 2 до 300 мкг / кг [19]. В период 1982–1992 гг. в юго-западных районах Германии от 20 до 37 % образцов

овса были загрязнены зеараленоном в концентрациях 0,08–0,244 мг/кг [20]. Сообщалось также об обнаружении в зерне других фузариотоксинов из группы лактонов резорциновой кислоты (ЛРК), в частности, о загрязнении кукурузы и овса зеараленолом [21, 22].

К существенным изменениям в оценке зеараленона как фактора загрязнения кормов, привели результаты изучения влияния на продуктивные и репродуктивные качества кур родственного зеараленону соединения –  $\alpha$ -зеараланола, который является метаболитом некоторых видов *Fusarium* [23]. В ряде стран (США, Канада и др.)  $\alpha$ -зеараланол производят промышленным путем и широко используют при откорме крупного рогатого скота и овец для увеличения прироста массы и улучшения использования корма.

К началу 90-х годов информация о действии  $\alpha$ -зеараланола на птицу была ограничена несколькими публикациями. Так, авторы сообщали о значительном увеличении приростов массы индюшат в течение первых 4 недель после вывода при имплантации  $\alpha$ -зеараланола в дозах 3000, 6000, 12000 мкг или при скармливании в количествах 10000–100000 мкг/кг корма. У индюшат, получавших  $\alpha$ -зеараланол было также установлено 50-кратное увеличение яйцевода и уменьшение массы яичников и семенников. Имплантация утятам  $\alpha$ -зеараланола в дозах 3000–24000 мкг/голову не вызвала каких-либо значительных отклонений, за исключением выраженного увеличения массы яйцевода [24]. В исследованиях других авторов после имплантации  $\alpha$ -зеараланола индейкам 13-16-недельного возраста в дозе 12000 мкг не было выявлено анаболического эффекта [25].

Учитывая широкое распространение зеараленона и родственных ему соединений ( $\alpha$ -зеараланола) как факторов загрязнения кормов, была определена цель работы – изучить влияние низких концентраций  $\alpha$ -зеараланола в корме на инкубационные качества яиц и продуктивность несушек.

**Основная часть.** Исследования проведены на экспериментальной ферме «Сохранение отечественного генофонда птицы» ГОСП НААН на яичных курах линии А породы Борковская барвистая украинской селекции. Взрослых кур содержали в двухъярусных групповых клеточных батареях (8 несушек и 1 петух в клетке) при естественном спаривании.

Было сформировано 3 группы: 1 контрольная (29 голов самок) и 2 опытных (27 и 21 голов самок). Птица контрольной группы получала стандартный комбикорм согласно возрастных норм. Птица первой и

второй опытных групп в течение 10 недель получала комбикорм с примесью альфа-зеараланола в количестве 50 мкг/кг и 100 мкг/кг соответственно. В течение опыта еженедельно учитывали яйценоскость птицы. Оценку оплодотворенности и выводимости яиц проводили путем закладок яиц на инкубацию через 14, 21, 48 и 70 дней после начала опыта.

Инкубацию всех партий яиц проводили в модернизированных лабораторных инкубаторах ИЛБ-0,5 по стандартным режимам. По завершению инкубации проводили оценку и анализ ее результатов [26]. Полученные данные подвергали статистическому анализу с использованием офисной программы Excel.

Яйценоскость птицы оценивали еженедельно. Анализ полученных данных указывает на положительное влияние введенного альфа-зеараланола на яйценоскость птицы. Начиная с пятой недели опыта, яйценоскость птицы опытных групп была выше контрольной в среднем на 3,0–6,0 % (яйценоскость в контрольной группе удерживалась на уровне 68,0 %). Были оценены инкубационные качества яиц в течение опыта. Результаты инкубации отражены в таблице.

Установлено позитивное влияние включения в корм альфа-зеараланола в концентрации 50 мкг/кг: выводимость яиц в данной группе превышала контрольные показатели на 0,7–7,5 %. Содержание альфа-зеараланола в корме в концентрации 100 мкг/кг на инкубационные показатели яиц во второй опытной группе влияло неоднозначно: получали как повышение (через 14, 48 и 70 дней после начала опыта на 4,6 %, 2,0 % и 6,5 % соответственно), так и снижение (через 21 день после начала опыта – на 4,2 %) показателей выводимости яиц по сравнению с контролем. Анализ результатов инкубации в среднем за исследуемый период показывает, что выводимость яиц первой опытной группы была достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем:  $87,6 \pm 1,4$  против  $83,3 \pm 1,6$  соответственно.

Повышение выводимости яиц произошло за счет снижения гибели зародышей на поздних стадиях инкубации. Так, количество эмбрионов, погибших в конце инкубационного периода (категории отходов «замершие» и «задохлики») в опытных группах было меньше, чем в контроле: в первой опытной группе – 8,7 %, во второй – 10,8 %, в контроле 13,3 % (см. табл. 1).

### Результаты инкубации яиц контрольной и опытных групп

Группы	Заложено яиц, шт.	Выводимость яиц, %	Вывод молодняка, %		Неопл. яйца		«Кров. кольцо»		Замершие		Задохлики	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Яйцо получено через 14 дней после начала опыта												
Опыт 1	40	94,6	35	87,5	3	7,5	0	0	0	0	2	5,0
Опыт 2	40	91,7	33	82,5	4	10,0	0	0	1	2,5	2	5,0
Контроль	40	87,1	34	85,0	1	2,5	0	0	2	5,0	3	7,5
Яйцо получено через 21 день после начала опыта												
Опыт 1	141	88,7	118	83,7	8	5,7	2	1,4	3	2,1	10	7,1
Опыт 2	75	73,8	48	64,0	10	13,3	3	4,0	3	4,0	11	14,7
Контроль	120	88,0	103	85,8	3	2,5	0	0	2	1,7	12	10,0
Яйцо получено через 48 дней после начала опыта												
Опыт 1	267	86,1	205	76,8	29	10,9	9	3,3	4	1,5	20	7,5
Опыт 2	192	83,5	137	71,4	28	14,6	10	5,2	2	1,0	15	7,8
Контроль	302	81,5	233	77,2	16	5,3	12	3,9	6	2,0	35	11,6
Яйцо получено через 70 дней после начала опыта												
Опыт 1	126	87,1	88	69,9	25	19,8	2	1,6	2	1,6	9	7,1
Опыт 2	89	88,2	67	75,3	13	14,6	0	0	2	2,2	7	7,9
Контроль	111	81,7	89	80,2	2	1,8	4	3,6	3	2,7	13	11,7
В среднем по всем партиям												
Опыт 1	574	87,6±1,4*	446	77,7±1,7	65	11,3	13	2,3	9	1,6	41	7,1
Опыт 2	396	83,6±1,9	285	72,0±2,3	55	13,9	13	3,3	8	2,0	35	8,8
Контроль	573	83,3±1,6	459	80,1±1,7	22	3,8	16	2,8	13	2,3	63	11,0

Анализируя влияние включения в корм альфа-зеаралона на оплодотворенность яиц, наблюдаем тенденцию к повышению количества неоплодотворенных яиц в опытных группах. Так, через 14 дней после начала опыта, оплодотворенность яиц в опытных группах была на 5,0–7,5 % ниже, чем в контроле, а через 70 дней – соответственно на 12,8–18,0 %. В среднем за период проведения опыта оплодотворенность яиц в первой опытной группе была на уровне 88,7 %, во второй – 86,1 %, в контрольной – 96,2 %. Для объяснения этого, была выдвинута рабочая гипотеза, что альфа-зеаралол, являясь нестероидным полусинтети-

ческим эстрогеном, может оказывать супрессивное влияние на процессы сперматогенеза, что наблюдалось у самцов взрослых мышей [27].

Таким образом, был выявлен стимулирующий эффект альфа-зеараланола в концентрации 50 мкг/кг на яйценоскость птицы и выводимость яиц за счет снижения смертности на поздних стадиях эмбриогенеза. В то же время, наблюдалось негативное влияние изучаемого вещества на оплодотворенность яиц в опытных группах. Не вызывает сомнения, что получение таких результатов, требует дальнейшего ведения и углубления исследований в данном направлении.

**Заключение.** Введение в корм курам и петухам, содержащимся на естественном спаривании, альфа-зеараланола в концентрации 50 мкг/кг привело к достоверному повышению выводимости яиц за счет снижения смертности эмбрионов во вторую половину инкубации. Выводимость яиц в данной опытной группе была на 4,3 % выше, чем в контроле ( $87,6 \pm 1,4$  и  $83,3 \pm 1,6$  соответственно). Вместе с этим наблюдали значительное снижение оплодотворенности яиц в опытной группе, что может свидетельствовать о негативном влиянии альфа-зеараланола на процессы сперматогенеза у племенных петухов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Streit, E. Multi-mycotoxin screening reveals the occurrence of 139 different secondary metabolites in feed and feed ingredients. / E. Streit, C. Schwab, M. Sulyok, K. Naehrer, R. Krska, G. Schatzmayr // *Toxins*. – 2013. – №5. – P. 504–523. <https://doi.org/10.3390/toxins5030504>.
2. Bhat, R. V. A foodborne disease outbreak due to the consumption of moldy sorghum and maize / R. V. Bhat, P. H. Shetty, R. P. Amruth // *Journal of toxicology: clinical toxicology*. – 1997. – Vol. 35, №3. – P. 249–255. <https://doi.org/10.3109/15563659709001208>.
3. Pitt, J. I. Toxigenic fungi: which are important? / J. I. Pitt // *Medical mycology*. – 2000. – Vol. 38, №1. – P. 17–22. <https://doi/abs/10.1080/mmy.38.s1.17.22?journalCode=immy20>.
4. Richard, J. L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses. / J. L. Richard // *International Journal of food microbiology*. – 2007. – Vol.119, №1–2. – P. 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.019>.
5. Milicevic, D. Climate change: impact on mycotoxins incidence and food safety. / D. Milicevic, B. Lakicevic, R. Petronijevic, Z. Petrovic, J. Jovanovic, S. Stefanovic, S. Jankovic // *Theory and practice of meat processing*. – 2019. – V.4 (1). – P. 9–16. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2019-4-1-9-16>.
6. Selected mycotoxins: ochratoxins, trichotecenes, ergot. // *Environmental health criteria*. – №105. World health organization. – Geneva, 1990. – 263 P.
7. Bhat, R. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns / R. Bhat, R. V. Ral, A. A. Karim // *Comprehensive reviews in food science and food safety*. – 2010. – Vol.9. – P. 57–81. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00094.x>
8. Janovic, M. An outbreak of fumonisin toxicosis in horses in Serbia. / M. Janovic, D. Trailovic, V. Kukoli, S. Nešić, D. Marinković, J. Nedeljković-Trailović, B. Jakovac Strajn, D. Miličevićet // *World mycotoxin Journal*. – 2015. – Vol.8, №4. – P. 387–391.

<https://doi.org/10.3920/WMJ2014.1812>.

9. Probst, C. Outbreak of an Acute aflatoxicosis in Kenya: identification of the causal agent. / C. Probst, H. Njapau, P. J. Cotty // *Applied and environmental microbiology*. – 2007. – Vol.73, № 8. – P. 2762–2764. <https://doi.org/10.1128/AEM.02370-06>.

10. Chen, C. Elevated aflatoxin exposure and increased risk of hepatocellular carcinoma. / C. Chen, L. Wang, S. Lu, S. You, Y. Zhang, L. Wang, R. Santella // *Hepatology*. – 2010. – Vol.24, №1. – P. 38–42. <https://doi.org/10.1002/hep.510240108>

11. Coronel, M. B. Review. Ochratoxin A: Presence in human plasma and intake estimation. / M. B. Coronel, V. Sanchis, A. J. Ramos, S. Marin // *Food Science and technology International*. – 2010. <https://doi.org/10.1177/1082013209353359>.

12. Jonsyn, F. E. Ochratoxin A and aflatoxins in breast milk samples from Sierra Leone / F. E. Jonsyn, S. M. Maxwell, R. G. Hendrickse // *Mycopathologia*. – 1995. – Vol.131, №2. – P. 121–126. <https://doi.org/10.1007/BF01102890>.

13. Radic, B. Ochratoxin A in human sera in the area with endemic nephropathy in Croatia. / B. Radic, R. Fuchs, M. Peraica, A. Lucić // *Toxicology letters*. – 1997. – Vol.91, №2. – P. 105–109. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(97\)03877-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(97)03877-0).

14. Allen, N. K. Effects of dietary zearalenone on finishing broiler chickens and young turkey poults. / N.K. Allen, C.J. Mirocha, G. Weaver, S. Aakhus-Allen, F. Bates // *Poultry science*. – 1980. – Vol.60, №1. – P. 124–131. <https://doi.org/10.3382/ps.0600124>.

15. Kubena, L. F. Influence of fumonisine present in *Fusarium moniliforme* culture material, and T-2 toxin on turkey poults. / L.F. Kubena, T.S. Edrington, C. Camps-Holtzappel, R. B. Harvey, M. H. Elissalde, G. E. Rottinghaus // *Poultry science*. – 1995. – Vol.74, №2. – P. 306–313. <https://doi.org/10.3382/ps.0740306>.

16. Knutsen, H. Risks for animal health related to the presence of fumonisins, their modified forms and hidden forms in feed. / H. Knutsen, J. Alexander, L. Barregård, M. Big-nami et al. // *EFSA Journal*. – 2018. – Vol. 16:5. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5242>.

17. Pestka, J. J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. / J. J. Pestka // *Animal feed science and technology*. – 2007. – №137. – P. 283–298. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2007.06.006>

18. Devreese, M. Overview of the most important mycotoxins for the pig and poultry husbandry. / M. Devreese, P. De Backer, S. Croubels // *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. – 2013. – V.82. – P. 171–180. <https://www.vdt.ugent.be/sites/default/files/art82401.pdf>.

19. Gareis, M. Contamination of cereals and feed with *Fusarium* mycotoxins in European countries. / M. Gareis, J. Bauer, C. Enders, B. Gedek // *Fusarium: Mycotoxins Taxon a. Path.: Semin. Warsaw. Sept.* – 1987. – P. 441–472.

20. Muller, H. M. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in oats harvested during five years in an area of southwest Germany / H. M. Muller, J. Reimann, U. Schumacher, K. Schwadorf // *Food Addit. Contam.* – 1998. – Vol. 15., №7. – P. 801–806. <https://doi.org/10.1080/02652039809374713>.

21. Chang, H. L. Short liquid chromatographic method for the determination of zearalenone and alpha-zearalenol / H. L. Chang, J. W. de Vries // *J. A. O. A.C.* – 1984. – Vol.67. – P. 741.

22. Mirocha, C. J. Incidence of zearalenol in animal feed / C. J. Mirocha, B. Schauerhamer, C. M. Christensen, M. L. Niku-Paavola, M. Nummi // *Appl. Environment. Microbiol.* – 1979. – Vol. 38. – P. 749.

23. Richardson, K. E. Production of zearalenone, alpha- and beta-zearalenol, and alpha- and beta- zearalenol by *Fusarium* spp. in rice culture. / K. E. Richardson, W. M. Hagler, C. J. Mirocha // *Journal of Agricultural and food chemistry*. – 1985. – Vol. 33., N5. – P. 862–866. <https://doi.org/10.1021/jf00065a024>.

24. Wentworth, B. C. The performance of growing turkeys and ducks implanted and fed zeranol. / B. C. Wentworth, M. Mashalay, G. Birrencott, N. Zimmerman, M. J. Wineland // *Poultry Science*. – 1979. – Vol. 58. – N4. – P. 1122.
25. Castado, D. J. Growth and carcass composition of femaile turkeys implanted with anabolic agents and fed high protein and low protein diets. / D. J. Castado, J. E. Jones, D. V. Maurice // *Archives of Animal Nutrition*. Berlin. – 1993. – Vol.40., N8. – P. 703–712. <https://doi.org/10.1080/17450399009428419>.
26. Бреславець, В. О. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці / В. О. Бреславець, Н. В. Шоміна, О. Б. Артеменко, О.М. Байдевятова – Харків, 2020. – 92 с.
27. Bo, C. Effects of  $\alpha$ -zearalanol on spermatogenesis and sex hormone levels of male mice. / C. Bo, W. Zhao, Q. Jia, Z. Yang et al. / *International journal of clinical and experimental medicine*. – 2015. – Vol. 8(11). – P. 20002–20013. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4723757/>