

УДК 636.5.09:615-022.532:546.57:637.6

Ю.Ю. ДОВБНЯ, здобувач наукового ступеня доктор філософії,***Л.В. ШЕВЧЕНКО**, доктор ветеринарних наук, професор,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,**Т.Б. ЖЕЛТОНОЖСЬКА**, доктор хімічних наук, професор,
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАНУ,**С.В. ШУЛЯК**, кандидат ветеринарних наук,Державний науково-дослідний інститут лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи
dovbnyayuliya17@ukr.net

Вплив препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів НА МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ

Анотація. Синтезовано препарат наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів у вигляді водної дисперсії шляхом *in situ* синтезу наночастинок срібла в розчинах біосумісного та біодеградабельного полімер/неорганічного гібриду на основі золю кремнезему та поліакриламід. Гідрофільний полімер/неорганічний гібрид, використаний як носій наночастинок срібла, був синтезований розробленим методом прямого щеплення поліакриламід "від" немодифікованої поверхні золю кремнезему. Розмір частинок срібла у препараті складав <10 нм.

Дослідженнями встановлено, що однократне, двократне та трикратне випоювання курям-несучкам препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів у концентраціях 1,0 та 2,0 мг/л (в дозах 0,2 та 0,4 мг на голову за добу) не впливало на споживання корму, води та яєчну продуктивність птиці. Одержаний препарат наносрібла є безпечним для курей-несучок і не викликає порушень клінічного стану, захворювань та загибелі птиці за трикратного випоювання з інтервалом 10 днів. Випоювання препарату наносрібла курям-несучкам в дозах 0,2 та 0,4 мг на голову за добу з інтервалом 10 днів дозозалежним чином збільшувало кількість срібла в посліді тільки після однократного випоювання, а після двократного та трикратного – не впливало на вміст срібла, міді, цинку, заліза та свинцю.

Однократне випоювання з водою курям-несучкам розчину наночастинок срібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів в концентрації 1,0 мг/л (0,2 мг на голову на добу) збільшувало вміст срібла у посліді курей на 20% порівняно з контрольною групою, та не впливало на вміст міді, цинку, заліза і свинцю в посліді. Препарат наносрібла в концентрації 2,0 мг/л (0,4 мг на голову на добу) збільшував вміст срібла на 44% в посліді курей на 10-у добу лише після першого випоювання препарату і не впливав на вміст міді, цинку, заліза та свинцю порівняно з контролем і з аналогічними даними курей, яким випоювали цей же препарат в концентрації 1,0 мг/л.

Ключові слова: препарат наносрібла, кури-несучки, послід, полімер/неорганічні гібриди

Виробництво харчових курячих яєць – царина, де використовують значну кількість антибактеріальних ветеринарних препаратів з метою збереження чисельності поголів'я та забезпечення високої продуктивності птиці. Застосування різних антибіотиків як стимуляторів росту і продуктивності птиці заборонено в Європейському Союзі з 2006 року (Hao et al., 2014). Враховуючи заборону використання кормових антибіотиків і посилення контролю їх залишків у харчових продуктах, у тому числі яйцях харчових, виникла проблема пошуку альтернативних засобів, до яких у патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів не виникає резистентності (Asai et al., 2005). До таких препаратів відноситься наносрібло.

На даний час нанотехнологію можна вважати інноваційною наукою, яка використовується для зміни структури або створення матеріалів високої якості на молекулярному рівні. Вона має важливий вплив на транспортування, збереження, виробництво, та безпеку харчових продуктів (Otlés and Yalcin, 2008). Препарати наносрібла є новою альтернативною добавкою для ветеринарного та медичного застосування за рахунок їх прямого надходження до органів та систем, які, на відміну від антибіотиків, не володіють здатністю до швидкого руйнування в організмі.

Антимікробні засоби на основі сполук наносрібла мають вплив на кишкову мікрофлору господаря, зменшуючи колонізацію бактерій, цим самим пригнічуючи ріст

*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор Л.В. Шевченко

1. Вплив однократного випоювання препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів курям-несучкам на мінеральний склад посліду, мг/кг ($M \pm m$, $n=5$)

Елемент	Доза препарату наносрібла, мг/л води		
	Контроль (1 група)	1,0 (2 група)	2,0 (3 група)
Ag, мкг/кг	0,64±0,02	0,77 ± 0,04*	0,92±0,11*
Cu	35±12	24±9	16±2
Zn	102±65	163±11	133±39
Fe	80±17	102±30	73±22
Pb	0,57±0,05	0,72±0,33	0,71±0,32

Примітка: * – $P < 0,05$ порівняно з контролем

2. Вплив двократного випоювання препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів курям-несучкам на мінеральний склад посліду, мг/кг ($M \pm m$, $n=5$)

Елемент	Доза препарату наносрібла, мг/л води		
	контроль (1 група)	1,0 (2 група)	2,0 (3 група)
Ag, мкг/кг	0,82±0,03	0,58±0,17	0,73±0,08
Cu	15±5	43±11	36±22
Zn	42±6	49±9	53±18
Fe	141±24	187±51	219±57
Pb	0,79±0,09	1,02±0,14	0,91±0,28

патогенних мікроорганізмів, отже, запобігають захворюванням і покращують продуктивність тварин (Modi et al., 2011; Hao et al., 2014; Niewold, 2007).

Наночастинки срібла на даний час стали однією із нових можливостей лікування, а їх здатність проникати в фізіологічні бар'єри досягла різноманітних молекулярних цілей (Zhang et al., 2010). Дослідження Dobrzanski et

3. Вплив трикратного випоювання препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів курям-несучкам на мінеральний склад посліду, мг/кг ($M \pm m$, $n=5$)

Елемент	Доза препарату наносрібла, мг/л води		
	контроль (1 група)	1,0 (2 група)	2,0 (3 група)
Ag, мкг/кг	0,62±0,06	0,63±0,05	0,52±0,07
Cu	21±12	20±7	26±12
Zn	94±8	94 ± 27	96±27
Fe	195±19	160±49	190±96
Pb	0,62±0,05	0,53±0,08	1,16±0,73

al. (2010) свідчать, що використання наносрібла як мікробіоцидного препарату, який застосовується в приміщенні для утримання курчат-бройлерів, зменшує кількість сальмонел, кишкової палички та стрептококів і загальну кількість мезофільних бактерій.

До альтернативних засобів зменшення застосування антибіотиків належать наночастинки срібла розміром 0,1-100 нм, які широко використовують у харчовій промисловості, медицині та ветеринарії (Nikalje, 2015; Cameron et al., 2018). Однак використання препаратів наносрібла у птахівництві досить обмежено у зв'язку з відсутністю науково обґрунтованих даних щодо дозування, інтервалу і режиму застосування їх птиці, а також безпечності для харчових яєць та накопичення у посліді.

Метою нашого дослідження було з'ясувати вплив препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів на мінеральний склад курячого посліду.

Матеріали і методи досліджень. Для проведення досліджень було синтезовано препарат наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів. Дослідна партія препарату наносрібла у вигляді водної дисперсії об'ємом 27 л була отримана у відділі фізики полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України шляхом *in situ* синтезу наночастинок срібла в розчинах біосумісного та біодеградабельного полімер/неорганічного гібриду на основі золю кремнезему та поліакриламід. Гідрофільний полімер/неорганічний гібрид, використаний як носій наночастинок срібла, був синтезований розробленим методом прямого щеплення поліакриламід "від" немодифікованої поверхні золю кремнезему. Одержаний гібрид та кінцевий препарат з наночастинками срібла були ретельно охарактеризовані методами елементного аналізу, потенціометричного титрування, диференційного термогравіметричного аналізу, віскозиметрії, електронної спектроскопії, ширококутового рентгенівського розсіювання та проникної електронної мікроскопії. Розмір частинок срібла у препараті складав <10 нм. Для випробувань препарат очищали від побічних продуктів *in situ* синтезу і готували його водні дисперсії з двома концентраціями наночастинок срібла – 1 і 2 мг/л.

Дослідження впливу препарату наносрібла в полімер/неорганічних носіях на мінеральний склад посліду курей-несучок проводили на базі факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для досліду використано 45 курей-несучок кросу "Хай-Лайн W-36" у віці 38 тижнів. Курей розділили на 3 групи, перша група була контрольною, а другій і третій дослідним випоювали розчин нанопрепарату срібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів, відповідно в концентраціях 1,0 і 2,0 мг/л за добу 3 рази на місяць з інтервалом 10 діб.

Курям згодовували повнораціонний комбікорм, який відповідав їх потребі в поживних і біологічно активних речовинах. Курей утримували в кліткових батареях по 5 голів у клітці, світловий день складав 16 годин, інтенсивність освітлення – 30 лк, а період темряви – 8 годин.

Напування курей здійснювали з використанням чашкових напувалок з градуйованим циліндром для обліку

кількості спожитої за добу води та відповідно розчину препарату наносрібла.

Для дослідження впливу препарату наносрібла на основі полімер/неорганічних гібридів на мінеральний склад курячого посліду на 10-у добу після кожного випоювання його розчину проводили відбір по 5 випадкових індивідуальних проб посліду в кожній групі курей-несучок.

Мінералізацію курячого посліду проводили за допомогою мінералізатора Milestone Ethnos easy (Італія), а вміст срібла, свинцю, міді, заліза та цинку в курячому посліді проводила за допомогою індуктивно зв'язаного плазмово-оптичного емісійного спектрометра (ICP-OES) PlasmaQuant PQ 9000 (Analytik Jena, Німеччина).

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програми ANOVA, результати в таблицях наведені у вигляді $M \pm m$. Різницю вважали вірогідною між значеннями в групах при $P < 0,05$ з використанням тесту Тьюкі.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що однократне, двократне та трикратне випоювання курям-несучкам препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів не впливало на споживання корму, води та яєчну продуктивність птиці. Під час експерименту також не спостерігали загибель курей-несучок після випоювання розчину нанопрепарату срібла в концентрації 1,0 та 2,0 мг/л, що відповідало дозам 0,2 та 0,4 мг на голову на добу. Наші результати узгоджуються з результатами досліджень інших вчених, які вказують на те, що за використання препарату наносрібла не відбувається пригнічення росту та розвитку птиці (Pineda et al., 2012).

Однократне випоювання курям-несучкам розчину наночастинок срібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів в концентрації 1,0 мг/л (0,2 мг на голову на добу) збільшувало вміст срібла у посліді на 10-у добу на 20 % ($P < 0,05$) порівняно з контрольною групою, але не впливало на вміст міді, цинку, заліза і свинцю в посліді (табл. 1).

Препарат наносрібла в концентрації 2,0 мг/л (0,4 мг на голову на добу) збільшував вміст срібла на 44% ($P < 0,05$) в посліді курей на 10-у добу вже після першого випоювання препарату (табл. 1) і не впливав на вміст міді, цинку, заліза та свинцю порівняно з контролем і з аналогічними даними курей, яким випоювали цей же препарат в концентрації 1,0 мг/л.

Після двократного випоювання курям-несучкам розчину препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів в концентрації 1,0 мг/л вміст срібла в порівнянні з аналогічними даними за однократного випоювання не збільшився (табл. 2), а навіть дещо зменшився, що може бути пов'язано з його накопиченням в стінках сліпої кишки, про що свідчать дослідження Kulak et al. (2018).

Двократне випоювання курям-несучкам препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів в концентраціях 1,0 та 2,0 мг/л не впливало на вміст міді, цинку, заліза та свинцю в посліді курей (табл. 2).

Трикратне випоювання курям-несучкам препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гі-



бридів в концентраціях 1,0 та 2,0 мг/л в нашому досліді не впливало на вміст срібла, міді, цинку, заліза та свинцю в посліді курей (табл. 3).

Низька концентрація срібла в посліді курей-несучок на 10-у добу після кожного його застосування шляхом випоювання з водою свідчить про можливе виведення його з послідом в більш ранні терміни, а також включення до складу яєць. Наші результати досліджень курячого посліду узгоджуються з даними (Bergin et al., 2015), які встановили, що за перорального введення лабораторним мишам препарат наносрібла в дозах 0,1; 1,0 і 10 мг/кг маси тіла на добу три дні поспіль від 70,5 до 98,6% введеної дози срібла виділяється з фекаліями між 6 і 9 годинами після введення, а <0,5% введеної дози кумулюється в печінці, селезінці, кишечнику або виводиться з сечею через 48 годин.



ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що випоювання препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів курям-несучкам збільшувало вміст срібла у посліді курей на 10-у добу лише після однократного випоювання, а в результаті двократного і трикратного застосування цього препарату накопичення срібла в посліді курей не відмічали.

2. Препарат наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів після одно-, дво- і трикратного випоювання курям-несучкам не впливав на вміст міді, цинку, заліза і свинцю в посліді.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу препарату наносрібла в носіях на основі полімер/неорганічних гібридів на мінеральний склад харчових яєць. ■

Ю.Ю. Довбня, Л.В. Шевченко,
Т.Б. Желтоножская, С.В. Шуляк

Влияние препарата наносеребра в носителях на основе полимер/неорганических гибридов на минеральный состав куриного помета

Аннотация. Синтезирован препарат наносеребра в носителях на основе полимер/неорганических гибридов в виде водной дисперсии путем *in situ* синтеза наночастиц серебра в растворах биосовместимого и биоразлагаемого полимер/неорганического гибрида на основе золя кремнезема и полиакриламида. Гидрофильный полимер/неорганический гибрид, использованный как носитель наночастиц серебра, был синтезирован разработанным методом прямого сщепления полиакриламида "от" немодифицированной поверхности золя кремнезема. Размер частиц серебра в препарате составлял <10 нм.

Исследованиями установлено, что однократная, двукратная и трехкратная выпойки курам-несушкам препарата наносеребра в носителях на основе полимер/неорганических гибридов в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л (в дозах 0,2 и 0,4 мг на голову в сутки) не влияли на потребление корма, воды и яичную продуктивность птицы. Полученный препарат наносеребра является безопасным для кур-несушек и не вызывает нарушений клинического состояния, заболеваний и гибели птицы при трехкратной выпойке с интервалом 10 суток. После выпойки препарата наносеребра курам-несушкам в дозах 0,2 и 0,4 мг на голову в сутки с интервалом 10 суток дозозависимо увеличилось содержание серебра в помете только после однократной выпойки, а после двукратной и трехкратной выпойки не изменялось содержание серебра, меди, цинка, железа и свинца.

Однократная выпойка с водой курам-несушкам раствора наночастиц серебра в носителях на основе полимер/неорганических гибридов в концентрации 1,0 мг/л (0,2 мг на голову в сутки) увеличивала содержание серебра в помете кур

на 20% по сравнению с контрольной группой, и не влияла на содержание меди, цинка, железа и свинца в помете. Препарат наносеребра в концентрации 2,0 мг/л (0,4 мг на голову в сутки) увеличивал содержание серебра на 44% в помете кур на 10 сутки только после первой выпойки препарата и не влиял на содержание меди, цинка, железа и свинца по сравнению с контролем и с аналогичными данными у кур, которым выпаивали этот же препарат в концентрации 1,0 мг/л.

Ключевые слова: препарат наносеребра, куры-несушки, помет, полимер/неорганические гибриды

Y.Y. DOVBNIA, candidate of the degree of Doctor of Philosophy, National University of Life and Environmental Science Ukraine, Kyiv,
L.V. SHEVCHENKO, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Science Ukraine, Kyiv,
T.B. ZHELTONOZHSKAYA, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Macromolecular Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine,
S.V. SHULYAK, Candidate of Veterinary Sciences, State Scientific Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise dovbnyayulyiya17@ukr.net

Influence of nanosilver preparation in carriers based on polymer/inorganic hybrids on the mineral composition of chicken manure

Abstract. Nanosilver preparation is synthesized in the carriers based on polymer/inorganic hybrids in aqueous dispersion form by *in situ* synthesis of silver nanoparticles in biocompatible and biodegradable polymer/inorganic hybrid based on silica sol and polyacrylamide. Hydrophilic polymer/inorganic hybrid used as a carrier for silver nanoparticles was synthesized by the developed method of directly grafting polyacrylamide "from" the unmodified surface of silica sol. The size of silver particles in the preparation was <10 nm.

Studies have found that single, double and three-fold sprinkling of laying hens of nanosilver in polymer/inorganic hybrid carriers at concentrations of 1.0 and

2.0 mg/l (at doses of 0.2 and 0.4 mg per hen per day) did not affect the consumption of feed, water and egg productivity of poultry. The obtained nanosilver preparation is safe for laying hens and it does not cause disorders of clinical condition, diseases and poultry death during three-fold drinking with 10 days interval. After drinking the preparation of nanosilver to the laying hens at doses of 0.2 and 0.4 mg per head per day with an interval of 10 days, the dose-dependent amount of silver in the manure was increased only after a single drinking and after double and triple drinking, it did not affect the content of silver, copper, zinc, iron and lead. Single drinking of laying hens with a solution of silver nanoparticles in carriers based on polymer/hybrids at

a concentration of 1.0 mg/l (0.2 mg per hen per day) increased the silver content in hen manure by 20% compared to the control group, and it did not affect the content of copper, zinc, iron and lead in manure. Nanosilver preparation at a concentration of 2.0 mg/l (0.4 mg per hen per day) increased the silver content by 44% in hen manure on the 10th day only after the first drinking of the preparation and it did not affect the content of copper, zinc, iron and lead compared to the control and with similar data of hens to which the same preparation was given at a concentration of 1.0 mg/l.

Key words: nanosilver preparation, laying hens, litter, polymer/inorganic hybrids

Література

- Asai T., Kojima A., Harada K., Ishihara K., Takahashi T., Tamura Y. Correlation between the usage volume of veterinary therapeutic antimicrobials and resistance in *Escherichia coli* isolated from the feces of food-producing animals in Japan. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 2005. Vol. 58 (6). P. 369–372.
- Bergin I., Wilding L., Morishita M., Walacavage K., Ault A., Axson J., Stark D., Hashway S., Capracotta S., Leroueil P., Maynard A., Philbert M. Effects of particle size and coating on toxicologic parameters, fecal elimination kinetics and tissue distribution of acutely ingested silver nanoparticles in a mouse model. *Nanotoxicology*. 2015. Vol. 10(3). P. 1–9. doi:10.3109/17435390.2015.1072588.
- Cameron S.J., Hosseinian F., Willmore, W. G. A current overview of the biological and cellular effects of nanosilver. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. Vol. 19. 2030. doi:10.3390/ijms19072030.
- Dobrzanski Z., Zygalik K., Patkowska-Sokola B., Nowakowski P., Janczak M., Sobczak A., Bodkowski R. The effectiveness of nanosilver and mineral sorbents in the reduction of ammonia emissions from livestock manure. *Przemysł Chemiczny*. 2010. Vol. 4. P. 348–351.
- Hao H., Cheng G., Iqbal Z., Ai X., Hussain H., Huang L., Dai M., Wang Y., Liu Z., Yuan Z. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Frontiers in Microbiology*. 2014. Vol. 5. 288. doi:10.3389/fmicb.2014.00288.
- Kulak E., Ognik K., Stepniowska A., Drazbo A. Effect of nanoparticles silver on redox status and accumulation Ag in tissues chicken. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 98(11). P. 4085–4096. doi.org/10.1002/jsfa.8925.
- Modi C.M., Mody S.K., Patel H.B., Dudhatra G.B., Kumar A., Sheikh T.J. Growth promoting use of antimicrobial agents in animals. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2011. Vol. 1(8). P. 33–36.
- Niewold T.A. The non-antibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poultry Science*. 2007. Vol. 86. P. 605–609. doi:10.1093/ps/86.4.605.
- Nikalje A.P. Nanotechnology and its applications in medicine. *Medicinal Chemistry*. 2015. Vol. 5. P. 81–89. doi:10.4172/2161-0444.
- Pineda L.M., Chwalibog A., Sawosz E., Lauridsen C., Engberg R.M., Elnif J., Ho – towy A., Sawosz F., Ali A., Gao Y., Moghaddam H.S. Effect of silver nanoparticles on growth performance, metabolism and microbial profile of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*. 2012. Vol. 66. P. 416–429. doi: 10.1080/1745039X.2012.710081.
- Zhang Y., Bai Y., Yan B. Functionalized carbon nanotubes for potential medicinal applications. *Drug Discovery Today*. 2010. Vol. 15(11–12). P. 428–435. doi: 10.1016/j.drudis.2010.04.005.

References

- Asai, T., Kojima, A., Harada, K., Ishihara, K., Takahashi, T., & Tamura, Y. (2005). Correlation between the usage volume of veterinary therapeutic antimicrobials and resistance in *Escherichia coli* isolated from the feces of food-producing animals in Japan. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 58(6), 369–372. [in English].
- Cameron, S. J., Hosseinian, F., & Willmore, W. G. (2018). A current overview of the biological and cellular effects of nanosilver. *International Journal of Molecular Sciences*, 19, 2030. doi:10.3390/ijms19072030. [in English].
- Bergin, I., Wilding, L., Morishita, M., Walacavage, K., Ault, A., Axson, J., Stark D., Hashway S., Capracotta S., Leroueil P., Maynard A., & Philbert M. (2015). Effects of particle size and coating on toxicologic parameters, fecal elimination kinetics and tissue distribution of acutely ingested silver nanoparticles in a mouse model. *Nanotoxicology*, 10(3), 1–9. doi:10.3109/17435390.2015.1072588 [in English].
- Dobrzanski, Z., Zygalik, K., Patkowska-Sokola, B., Nowakowski, P., Janczak, M., Sobczak, A., & Bodkowski, R. (2010). The effectiveness of nanosilver and mineral sorbents in the reduction of ammonia emissions from livestock manure. *Przemysł Chemiczny*, 4, 348–351. [in Polish].
- Hao, H., Cheng, G., Iqbal, Z., Ai, X., Hussain, H. I., Huang, L., Dai, M., Wang, Y., Liu, Z., & Yuan, Z. (2014). Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Frontiers in Microbiology*, 5, 288. doi:10.3389/fmicb.2014.00288. [in English].
- Kulak, E., Ognik, K., Stepniowska, A., & Drazbo, A. (2018). Effect of nanoparticles of silver on redox status and the accumulation of Ag in chicken tissues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (11), 4085–4096. doi:10.1002/jsfa.8925. [in English].
- Modi, C. M., Mody, S. K., Patel, H. B., Dudhatra, G. B., Kumar, A., & Sheikh, T. J. (2011). Growth promoting use of antimicrobial agents in animals. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(8), 33–36. [in English].
- Niewold, T. A. (2007). The non-antibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. *Poultry Science*, 86, 605–609. doi: 10.1093/ps/86.4.605. [in English].
- Nikalje, A. P. (2015). Nanotechnology and its applications in medicine. *Medicinal Chemistry*, 5, 81–89. doi:10.4172/2161-0444. [in English].
- Pineda, L. M., Chwalibog, A., Sawosz, E., Lauridsen, C., Engberg, R. M., Elnif, J., Ho – towy, A., Sawosz, F., Ali, A., Gao, Y., & Moghaddam, H. S. (2012). Effect of silver nanoparticles on growth performance, metabolism and microbial profile of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 66, 416–429. [in English].
- Zhang, Y., Bai, Y., & Yan, B. (2010). Functionalized carbon nanotubes for potential medicinal applications. *Drug Discovery Today*, 15 (11–12), 428–435. doi: 10.1016/j.drudis.2010.04.005. [in English].