

УДК 636.52.084.52:663.12

А. В. СЛИНЬКО, здобувач наукового ступеня доктора філософії*,
Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ
E-mail: andriislynko@gmail.com

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ПОГОЛІВ'Я КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ за використання в годівлі дріжджової клітинної стінки

Анотація. Оскільки з 2006 року в Європейському союзі запроваджена заборона на застосування кормових антибіотиків у птахівництві, виникає потреба в пошуку альтернативних методів профілактики інфекційних хвороб сільськогосподарської птиці. Метою нашого дослідження була оцінка ефективності застосування пребіотичного препарату "Іст Сел Вол", виробник "Angel Yeast LTD", діючою речовиною якого є клітинна стінка, виділена із дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, при вирощуванні курчат-бройлерів. Був проведений аналіз його впливу на ріст і збереженість курчат-бройлерів. Науково-господарський дослід, який тривав протягом 38 діб, проведено на 74410 курчатах-бройлерах кросу "Кобб-500", з яких було сформовано 2 групи. Єдиною відмінністю дослідної групи від контрольної стала добавка пребіотичного препарату дріжджової клітинної стінки "Іст Сел Вол" з розрахунку 1 кг препарату на тонну комбікорму. Після закінчення виробничого циклу було встановлено позитивний стимулюючий вплив досліджуваного препарату на ріст курчат-бройлерів. У результаті застосування препарату дріжджової клітинної стінки середньодобовий приріст живої маси курчат-бройлерів дослідної групи був на 0,81% вищим порівняно із птицею контрольної групи, а середня маса однієї тушки курчат дослідної групи була на 1,17% більшою порівняно з контролем. Застосування досліджуваного пребіотичного препарату сприяло покращенню конверсії корму на 2,4%. Європейський індекс ефективності вирощування дослідних курчат-бройлерів був на 3,3% вищим порівняно з контрольними. В дослідній групі також було відмічено збільшення показника збереженості поголів'я на 0,5%.

Отримані результати демонструють ефективність препарату дріжджової клітинної стінки "Іст Сел Вол" при промисловому вирощуванні курчат-бройлерів і демонструють потенціал застосування цього засобу для профілактики захворювань бактеріального характеру та зниження негативного впливу мікотоксинів при вирощуванні курчат-бройлерів.

Ключові слова: курчата-бройлери, пребіотики, дріжджова клітинна стінка, мікотоксини, збереженість, продуктивність, конверсія корму

*Науковий керівник – кандидат ветеринарних наук, доцент В. Д. Іщенко



Актуальність. Наразі, в умовах промислового вирощування курчат-бройлерів, одним з найбільших для виробників курятини викликів залишається ліквідація й профілактика розвитку інфекційних хвороб птиці та боротьба з негативними наслідками мікотоксинів. У промислових умовах організм птиці піддається величезному мікробіологічному навантаженню, а також подекуди нерациональне застосування антибіотиків призводить до появи резистентних штамів мікроорганізмів, які стають все більшою перешкодою для розвитку галузі птахівництва, адже становлять загрозу здоров'ю як птиці, так і людей. Однією із основних причин, що викликає смертність курчат-бройлерів є хвороби шлунково-кишкового тракту збудниками яких є умовно-патогенна мікрофлора (El-Kott et al., 2022). Обмеження у використанні антибіотиків і протимікробних засобів при вирощуванні курчат-бройлерів посприяли підвищенню інтересу та пошуку альтернативних засобів, які б мали здатність брати під контроль розвиток хвороботворних мікроорганізмів. Щорічно проводяться дослідження впливу екстрактів рослин, водоростей, фітобіотиків, дріжджових клітинних стінок та інших природних засобів на продуктивність і стан здоров'я домашньої птиці. Такі дослідження є важливими для забезпечення здоров'я птиці та людей, якісного й безпечного виробництва продуктів харчування та ефективного й екологічного сільськогосподарського виробництва (Wang et al., 2016).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На опірність птиці щодо розвитку умовно-патогенної мікрофлори істотно впливає наявність та достатній розвиток пристінкової симбіотичної мікрофлори кишечника, саме вона є одним із перших, на ряду із шаром муцинів, захисним бар'єром, який перешкоджає колонізації та надмірному розвитку хвороботворних мікроорганізмів. Для свого розвитку симбіотичні мікроорганізми потребують субстратні речовини, пребіотики (Mandey & Sompie, 2021). До пребіотиків належать деякі види незасвоєваних полісахаридів (олігосахариди, інулін, модифікований крохмаль, мананоолігосахариди, фруктозоолігосахариди, геміцелюлоза, фруктани, пектин). У промисловому птахівництві в якості пребіотика, сорбенту мікотоксинів та імуномодуючого засобу, використовують добавки, які містять дріжджову клітинну стінку. В деяких випадках її застосовують у схемах вирощування курчат-бройлерів без використання антибіотиків (Hyunjin et al., 2023). До складу дріжджової клітинної стінки, отриманої з культури дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, входять β -(1,3-1,6)-глюкани, мананоолігосахариди, мананопротеїни, хітин і глікофосфоліпідні поверхневі білки, пов'язані з плазматичною мембраною (Sedghi et al., 2022). Різні фракції, що екстрагуються із дріжджових клітин можуть модулювати здоров'я кишечника птиці за допомогою різних механізмів (Liu et al., 2021).

Мананоолігосахариди – це складні полісахаридні комплекси, які являють собою великі молекули, в складі



яких є залишки манози, вони здатні перешкоджати розвитку багатьох патогенних мікроорганізмів (*Salmonella* spp., *E. coli*).

Встановлено, що мананоолігосахариди здатні позитивно впливати на формування і розвиток епітеліального шару стінки кишечника, в експериментальних дослідженнях було відмічено збільшення довжини ворсинок та крипт, а також кількості келихоподібних клітин (Liu et al., 2021). При інфікуванні курчат-бройлерів (*Salmonella typhimurium* та *Clostridium perfringens*) мананоолігосахариди мали позитивний вплив на імунну активність кишечника, що привело до зменшення його колонізації (Hashim et al., 2018).

Деякі умовно-патогенні мікроорганізми, що здатні викликати захворювання шлунково-кишкового тракту, в якості засобу прикріплення до епітелію використовують манозоспецифічні адгезини. Мананоолігосахариди за допомогою залишків манози частково або повністю зв'язують манозоспецифічні рецептори, що містяться на клітинній оболонці патогенної мікрофлори, блокуючи активні центри, які відповідають за прикріплення патогенної мікрофлори до стінки кишечника (Baek et al., 2024). Бактерії разом із мананоолігосахаридами, які заблокували бактеріальні активні центри, у подальшому виводяться з просвіту кишечника з калом. Завдяки зв'язуванню та інгібуванню патогенних мікроорганізмів, вільні ділянки кишечника колонізуються симбіотичними мікроорганізмами, такими як *Lactobacillus*, *Bifidobacteria*

та інші, що в подальшому приводить до загального покращення стану кишечника й підвищенню продуктивності. Пориста структура мананоолігосахаридів створює велику площу поверхні, яка володіє адсорбуючими властивостями. Саме тому дріжджова клітинна стінка застосовується в ролі адсорбента мікотоксинів, або входить у комплексні продукти, функцією яких є зв'язування мікотоксинів у просвіті кишечника тварин (Alkhulaifi et al., 2022).

β -(1,3-1,6)-глюкани – група полісахаридів, які складаються із молекул глюкози, поєднаних бета-глікозидними зв'язками. Це великі молекули, які не піддаються ферментативній фрагментації у шлунково-кишковому тракті. Вони володіють імуномодуючими та антиоксидантними властивостями. β -глюкани поглинаються клітинами слизової оболонки кишечника, в подальшому переносяться в підслизовий шар, де, взаємодіючи із макрофагами приводять до їх активації, а макрофаги, у свою чергу, сприяють активації лімфоцитів. Імуномодуюча дія β -глюканів пов'язана з їх здатністю взаємодіяти з рецепторами імунних клітин. Після зв'язування з рецепторами, відбувається вивільнення цитокінів, що приводить до активації імунних клітин. У дослідженнях β -глюкани сприяли підвищенню висоти ворсинок кишечника та рівню антитіл проти *C. Perfringens* та *Salmonella Enteritidis* (Bonato et al., 2020). У курчат, хворих на некротичний ентерит, додавання β -глюканів також збільшувало експресію генів, залучених до вродже-

ного та адаптивного імунітету, таких як кателіцидини та β -дефензини.

Дріжджова клітинна стінка також застосовується як адсорбент мікотоксинів і входить до складу багатьох засобів, спрямованих на захист організму ссавців і птиці від негативної дії мікотоксинів. Встановлено, що полісахаридна оболонка дріжджових клітин має високу адсорбційну здатність до високомолекулярних мікотоксинів (зеараленон, охратоксин А, дезоксиніваленон, Т-2 токсин) і дещо слабше адсорбує низькомолекулярні мікотоксини (афлатоксин В1, фумонізиди) (Kłosowski et al., 2023). Дріжджова клітинна стінка має велику поверхню, насичену гідроксильними, карбоксильними та аміногрупами, які здатні утворювати водневі зв'язки з мікотоксинами. Гідрофобні взаємодії також відіграють важливу роль, особливо у зв'язуванні ліпофільних мікотоксинів. Тривимірна структура клітинної стінки дріжджів утворює пори, які можуть механічно утримувати молекули мікотоксинів. Розмір пор і гнучкість матриці забезпечують здатність клітинної стінки зв'язувати та в подальшому виводити з просвіту кишечника різноманітні токсини (Vartiainen et al., 2020; Kolawole et al., 2019).

Таким чином, використання дріжджової клітинної стінки, активними компонентами якої є мананоолігосахариди та β -глюкани, в годівлі курчат-бройлерів приводить до підвищення імунітету, протидії розвитку інфекційних хвороб, мікотоксикозів і покращенню продуктивності. З цією метою її уводять у схеми вирощування курчат-бройлерів без застосовування антибіотиків (El-Kott et al., 2022).

Мета роботи – оцінити вплив пребіотичного препарату "Іст Сел Вол" основним компонентом якого є дріжджова клітинна стінка, на продуктивність курчат-бройлерів і збереженість поголів'я в умовах промислового вирощування.

Матеріал і методи досліджень. З метою вивчення впливу препарату "Іст Сел Вол" (Виробник: Angel Yeas LTD), у складі якого міститься 20% мананоолігосахаридів та 20% β -(1,3-1,6)-глюканів, на продуктивність курчат-бройлерів був поставлений науково-виробничий дослід в одному із провідних українських господарств,

що займається виробництвом м'яса курчат-бройлерів. Відповідно до виробничого циклу господарства відбулась одночасна посадка 74410 курчат-бройлерів кросу "Кобб-500", з яких було сформовано 2 групи. В контрольну групу входили 37312 курчат-бройлерів, які отримували основний раціон прийнятий у господарстві. Дослідна група на момент посадки налічувала 37098 курчат-бройлерів, яким до основного раціону вводили пребіотичний препарат "Іст Сел Вол" у дозі 1 кг/т комбікорму. Умови утримання як контрольної, так і дослідної групи були ідентичними й відповідали технологічним параметрам вирощування курчат-бройлерів. Годівлю здійснювали повнораціонним комбікормом, який був вироблений в умовах господарства. Дослід проводили в період від посадки добоих курчат до 38-добового віку. Наприкінці досліду провели забій та оцінку результатів. Оцінювання ефективності препарату "Іст Сел Вол" здійснювали за показниками збереженості поголів'я, середньодобового приросту, маси тушки та європейського індексу ефективності, який розраховували таким чином: (середня жива маса, г) $\times$ (збереженість, %) $\times$ 100/ (показник конверсії корму) $\times$ (тривалість вирощування, дів).

Результати досліджень та їх обговорення. За період виробничого дослідження було встановлено, що показник збереженості птиці дослідної групи був на 0,5% вищим порівняно з контрольною групою (табл. 1). Вихід живої маси з 1 м² у дослідній групі був вищим на 0,6 %, а середня маса патраної тушки, отриманої після забою, – на 1,17% більшою відносно контролю. Показник середньодобового приросту живої маси у дослідній групі був на 0,81% вищим порівняно з контрольними курчатами, а конверсія корму виявилася на 2,4% меншою. Також, з урахуванням вищеперерахованих показників, був розрахований європейський індекс ефективності – комплексний показник, який свідчить про ефективність вирощування курчат-бройлерів. У дослідній групі він становив 405,76 од. і був на 3,3% (13 од.) вищим порівняно із показником контрольної групи, де європейський індекс ефективності становив 392,76 од. (рис. 1)

Результати виробничого дослідження узгоджуються з даними дослідників (McCaffrey C et al., 2021; Wang X et al.,

1. Результати виробничого дослідження

№ пташника	Поголів'я, голів	Щільність посадки, гол./м ²	Збереженість поголів'я, %	Конверсія корму, кг/кг	Вихід живої маси, кг/м ²	Середня жива маса при забої, кг	Середньодобовий приріст, г
Контрольна група							
2	18 649	22,10	96,55	1,65	54,91	2,56	66,61
7	18 663	21,80	97,28	1,63	55,32	2,57	66,48
Разом	37 312	21,95	96,91	1,64	55,11	2,56	66,54
Дослідна група							
3	18 657	22,11	97,47	1,61	55,53	2,57	66,68
5	18 441	21,85	97,31	1,60	55,35	2,61	67,47
Разом	37 098	21,98	97,39	1,60	55,44	2,59	67,08

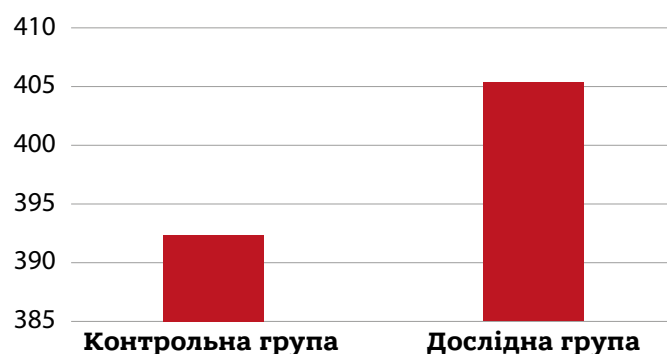


Рис. 1. Європейський індекс ефективності

2016), які відзначають позитивний вплив застосування дріжджової клітинної стінки на збереженість поголів'я, оскільки вона володіє імуномодуючими та адсорбуючими властивостями. Також спостерігається підвищення показників продуктивності курчат-бройлерів в умовах промислового вирощування, відмічено позитивний вплив на європейський індекс ефективності виробництва.

Отримані результати підкреслюють потенціал використання дріжджової клітинної стінки препарату "Іст Сел Вол", з метою зменшення застосування протимікробних засобів і в комбінованих схемах вирощування курчат-бройлерів без антибіотиків в умовах промислового утримання.

ВИСНОВКИ

1. За використання в годівлі курчат-бройлерів в умовах промислового вирощування препарату дріжджової клітинної стінки "Іст Сел Вол" підвищується збереженість поголів'я на 0,5%.
2. Відмічено збільшення на 3,3% європейського індексу ефективності вирощування курчат-бройлерів і зниження на 2,4% показника конверсії корму в групі птиці, якій згодовували дріжджову клітинну стінку.
3. Пребіотичну добавку "Іст Сел Вол" можна рекомендувати при вирощуванні курчат-бройлерів у кількості 1 кг/т комбікорму.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефективності інших кормових добавок природного походження для підвищення продуктивності та збереженості поголів'я курчат-бройлерів. ■

A. V. SLYNKO, candidate of the degree Doctor of Philosophy,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
E-mail: andriislynko@gmail.com

Performance indicators and broiler chicken livability when using yeast cell wall in feeding

Abstract. Since 2006, the European Union has implemented a ban on the use of feed antibiotics in poultry farming, creating the need to find alternative methods for preventing infectious diseases in commercial poultry. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the prebiotic preparation "Ist Sel Vol", produced by "Angel Yeast LTD", whose active ingredient is a yeast cell wall derived from *Saccharomyces cerevisiae*, in broiler chicken production. An analysis of its impact on the growth and safety of broiler chickens was conducted.

A production trial lasting 38 days was conducted on 74,410 "Cobb-500" broiler chickens, which were divided into two groups. The only difference between the experimental group and the control group was the addition of the prebiotic yeast cell wall preparation "Ist Sel Vol" at a dosage of 1 kg per ton of feed.

At the end of the production cycle, a positive stimulatory effect of the tested preparation on the growth and development of broiler chickens was observed. As a result of using the yeast cell wall preparation, the average daily weight gain of broilers in the experimental group was 0.81% higher compared to the control group, and the average carcass weight of chickens from the experimental group was 1.17% higher than the average carcass weight of the control group. The application of the tested prebiotic also contributed to an improvement in feed conversion by 2.4%. The European Efficiency Factor in the experimental group was 3.3% higher than in the control group. Additionally, an increase in the livability rate by 0.5% was recorded in the experimental group.

The obtained results demonstrate the effectiveness of the "Ist Sel Vol" yeast cell wall preparation in industrial broiler production and highlight its potential for preventing bacterial diseases and reducing the negative effects of mycotoxins in broiler farming.

Key words: broiler chickens, prebiotics, yeast cell wall, mycotoxins, livability, productivity, feed conversion

Література

Alkhulaifi M. M., Alqhtani A. H., Alharthi A. R., Sulaiman A., Abudabos A. M. Influence of prebiotic yeast cell wall extracts on growth performance, carcass attributes, biochemical metabolites, and intestinal morphology and bacteriology of broiler chickens challenged with *Salmonella typhimurium* and *Clostridium perfringens*. *Italian Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 21. P. 1190-1199. doi:10.1080/1828051X.2022.2103463.

- Baek K. R., Rani Ramakrishnan S., Kim S. J., Seo S. O. Yeast cell wall mannan structural features, biological activities, and production strategies. *Heliyon*. 2024. Vol.10(6). Art. e27896. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27896.
- Bonato M., Borges L. L., Ingberman M., Fávoro C., Mesa D., Caron L. F., Beirão B. C. B. Effects of yeast cell wall on immunity, microbiota, and intestinal integrity of Salmonella-infected broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 2020. Vol. 29. P. 545–558. doi:10.1016/j.japr.2020.03.002.
- El-Kott A. F., Al Syaad K. M., Swelum A. A. Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*. 2022. Vol.101(4). Art. 101696. doi: 10.1016/j.psj.2022.101696.
- Hashim M. M., Arsenault R. J., Byrd J. A., Kogut M. H., Al-Ajeeli M., Bailey C. A. Influence of different yeast cell wall preparations and their components on performance and immune and metabolic pathways in Clostridium perfringens-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97. P. 203–210. doi: 10.3382/ps/pex290.
- Hyunjin K., Eunjo K., Jin H., Hanbae L., Yonghee K., Kyeong I. P., Hyeun B. K., Minho S. Dietary yeast cell wall enhanced intestinal health of broiler chickens by modulating intestinal integrity, immune responses, and microbiota. *Poultry Science*. 2023. Vol.102(6), Art. 102660. doi: 10.1016/j.psj.2023.102660.
- Kers J. G., Velkers F. C., Fischer E. A. J., Hermes G. D. A., Stegeman J. A., Smidt H. Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol 9. Art. 235. doi: 10.3389/fmicb.2018.00235 [in English].
- Kłosowski G., Koim-Puchowska B., Drózd-Afelt J., Mikulski D. The Reaction of the Yeast *Saccharomyces cerevisiae* to Contamination of the Medium with Aflatoxins B2 and G1, Ochratoxin A and Zearalenone in Aerobic Cultures. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24(22). Art.16401. doi: 10.3390/ijms242216401 [in English].
- Kolawole O., Meneely J., Greer B., Chevallier O., Jones D.S., Connolly L., Elliott C. (2019). Comparative in vitro assessment of a range of commercial feed additives with multiple mycotoxin binding claims. *Toxins*, 11, 659. doi: 10.3390/toxins11110659.
- Liu Y., Wu Q., Wu X., Algharib S.A., Gong F., Hu J., Luo W., Zhou M., Pan Y., Yan Y. Y., Wang Y. Structure, preparation, modification, and bioactivities of β -glucan and mannan from yeast cell wall: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol.173. P. 445–456. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.01.125.
- Mandey J. S., Sompie F. N. Phytogetic feed additives as an alternative to antibiotic growth promoters in poultry nutrition. *Advanced studies in the 21st century animal nutrition*. / ed. by L. Babinsky. London, 2021. P.1-19. doi:10.5772/intechopen.99401.
- McCaffrey C., Corrigan A., Moynagh P., Murphy R. Effect of yeast cell wall supplementation on intestinal integrity, digestive enzyme activity and immune traits of broilers. *British poultry science*. 2021. Vol. 62(5). P.771–782. doi: 10.1080/00071668.2021.1929070.
- Sedghi M., Mohammadi I., Sarrami Z., Ghasemi R., Azarfar A. Effects of a yeast cell wall product on the performance of broiler chickens and PGC-1 α , TLR4, IL-10 and PPAR γ genes expression. *Italian Journal of Animal Science*. Vol.21(1). P. 263–278. doi: 10.1080/1828051X.2021.2025161.
- Vartiainen S., Yiannikouris A., Apajalahti J., Moran, C.A. Comprehensive Evaluation of the Efficiency of Yeast Cell Wall Extract to Adsorb Ochratoxin A and Mitigate Accumulation of the Toxin in Broiler Chickens. *Toxins* 2020. Vol.12. Art. 37. doi: 10.3390/toxins12010037.
- Wang X., Farnell Y. Z., Peebles E. D., Kiess A. S., Wamsley K. G. S., Zhai W. Effects of prebiotics, probiotics, and their combination on growth performance, small intestine morphology, and resident *Lactobacillus* of male broilers. *Poultry Science*. 2016. Vol. 95. P. 1332–1340.

References

- Alkhulaifi, M. M., Alqhtani, A. H., Alharthi, A. R., Sulaiman, A., & Abudabos, A. M. (2022). Influence of prebiotic yeast cell wall extracts on growth performance, carcass attributes, biochemical metabolites, and intestinal morphology and bacteriology of broiler chickens challenged with *Salmonella typhimurium* and *Clostridium perfringens*. *Italian Journal of Animal Science*, 21, pp. 1190–1199. doi:10.1080/1828051X.2022.2103463. [in English].
- Baek, K. R., Rani Ramakrishnan, S., Kim, S. J., & Seo, S.O. (2024). Yeast cell wall mannan structural features, biological activities, and production strategies. *Heliyon*, 10(6), e27896. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27896. [in English].
- Bonato, M., Borges, L. L., Ingberman, M., Fávoro, C., Mesa, D., Caron, L. F., & Beirão, B. C. B. (2020). Effects of yeast cell wall on immunity, microbiota, and intestinal integrity of Salmonella-infected broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 29, 545–558. doi:10.1016/j.japr.2020.03.002. [in English].
- El-Kott, A. F., Al Syaad, K. M., & Swelum, A. A. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*, 101(4), 101696. doi: 10.1016/j.psj.2022.101696. [in English].
- Hashim, M. M., Arsenault, R. J., Byrd, J. A., Kogut, M. H., Al-Ajeeli, M., & Bailey, C. A. (2018). Influence of different yeast cell wall preparations and their components on performance and immune and metabolic pathways in Clostridium perfringens-challenged broiler chicks. *Poultry Science*, 97, 203–210. doi: 10.3382/ps/pex290. [in English].
- Hyunjin, K., Eunjo, K., Jin, H., Hanbae, L., Yonghee, K., Kyeong, I. P., Hyeun, B. K., Minho, S. (2023). Dietary yeast cell wall enhanced intestinal health of broiler chickens by modulating intestinal integrity, immune responses, and microbiota. *Poultry Science*, 102(6), Art. 102660. doi: 10.1016/j.psj.2023.102660. [in English].
- Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E. A. J., Hermes, G. D. A., Stegeman, J. A., & Smidt, H. (2018). Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 235. doi: 10.3389/fmicb.2018.00235. [in English].
- Kłosowski, G., Koim-Puchowska, B., Drózd-Afelt, J., Mikulski, D. (2023). The Reaction of the Yeast *Saccharomyces cerevisiae* to Contamination of the Medium with Aflatoxins B2 and G1, Ochratoxin A and Zearalenone in Aerobic Cultures. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(22), 16401. doi: 10.3390/ijms242216401. [in English].
- Kolawole, O., Meneely, J., Greer, B., Chevallier, O., Jones, D. S., Connolly, L., & Elliott, C. (2019). Comparative in vitro assessment of a range of commercial feed additives with multiple mycotoxin binding claims. *Toxins*, 11, 659. doi: 10.3390/toxins11110659. [in English].
- Liu, Y., Wu, Q., Wu, X., Algharib, S. A., Gong, F., Hu, J., Luo, W., Zhou, M., Pan, Y., Yan, Y. Y., & Wang, Y. (2021). Structure, preparation, modification, and bioactivities of β -glucan and mannan from yeast cell wall: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 173, 445–456. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.01.125. [in English].
- Mandey, J. S., & Sompie, F. N. (2021). Phytogetic feed additives as an alternative to antibiotic growth promoters in poultry nutrition. *Advanced studies in the 21st century animal nutrition*. / ed. by L. Babinsky, London, 1–19. doi:10.5772/intechopen.99401. [in English].
- McCaffrey, C., Corrigan, A., Moynagh, P., & Murphy, R. (2021). Effect of yeast cell wall supplementation on intestinal integrity, digestive enzyme activity and immune traits of broilers. *British poultry science*, 62(5), 771–782. doi: 10.1080/00071668.2021.1929070. [in English].
- Sedghi, M., Mohammadi, I., Sarrami, Z., Ghasemi, R., & Azarfar, A. (2022). Effects of a yeast cell wall product on the performance of broiler chickens and PGC-1 α , TLR4, IL-10 and PPAR γ genes expression. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 263–278. doi: 10.1080/1828051X.2021.2025161. [in English].
- Vartiainen, S., Yiannikouris, A., Apajalahti, J., & Moran, C.A. (2020). Comprehensive Evaluation of the Efficiency of Yeast Cell Wall Extract to Adsorb Ochratoxin A and Mitigate Accumulation of the Toxin in Broiler Chickens. *Toxins*, 12, 37. doi: 10.3390/toxins12010037. [in English].
- Wang, X., Farnell, Y. Z., Peebles, E. D., Kiess, A. S., Wamsley, K. G. S., & Zhai, W. (2016). Effects of prebiotics, probiotics, and their combination on growth performance, small intestine morphology, and resident *Lactobacillus* of male broilers. *Poultry Science*, 95, 1332–1340 [in English].