



UDC 636.52/.58.03.087.7:612.017

**Productivity and condition of non-specific resistance of parent herd chickens when using  
Rovabio drug**

L. L. Kushch,<sup>1</sup> Y. V. Matsenko<sup>1</sup>, T. M. Ihnatieva<sup>1</sup>, D. V. Buchkovskiy<sup>2</sup>

1 – Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv, Ukraine

2 – Branch “Golden Cross” LLC “Kurganskiy Broiler”, Ukraine

Article info

Received 02.02.2020

Received in revised form

30.03.2020

Accepted

20.05.2020

1 – Kharkiv State  
Zooveterinary Academy,  
1, Academichna Str., Mala  
Danylivka, Dergachi district,  
Kharkiv region, Ukraine,  
62341

2 – Branch “Golden Cross”  
LLC “Kurganskiy Broiler”,  
Ukraine

**Kushch, L. L., Matsenko, Y. V., Ihnatieva, T. M., & Buchkovskiy, D. V. (2020). Productivity and condition of non-specific resistance of parent herd chickens when using Rovabio drug. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 5, 76-80. DOI: 10.31890/vtpp.2020.05.14**

*In conditions of intensive production of poultry products, the basis for feeding poultry is high-calorie compound feeds. However, due to the high content of no starch polysaccharides, namely beta-glucans, pentonases, fiber, pectin substances, phytates, which have antimetabolic characteristics, the efficient use of dietary nutrients is possible only with exogenous enzymes. The aim of the work was to determine the optimal dose of the multivalent enzyme Rovabio Excel AP, the main components of which are xylanase and glucanase, for Cobb-500 meat cross chickens at the age of 180-300 days and to establish indicators of egg productivity and non-specific resistance depending on the dose: 30, 50 and 70 g per 1000 kg of feed. The use of the Rovabio drug made it possible to increase egg laying on an average laying hen by 4.0–9.5%, on an initial laying hen – by 4.9–11.3%, the rate of egg laying – by 1.8-4.2%, and average egg mass – by 2.1-2.6%. The safety of chickens during the experiment was higher by 1.4-2.9%. When using a multienzyme drug, there was a tendency to an increase in the hemoglobin content and the number of red blood cells in laying hens, as well as an increase in the bactericidal activity of blood serum. This fact can be explained by the release of additional amounts of nutrients from the feed during digestion under the action of enzymes and their use in metabolic processes, namely during hematopoiesis. The research results indicate the positive effect of the drug Rovabio Excel AP on the reproductive and hematological parameters of laying hens of the broiler's parent flock, which allows us to recommend it for use. The most effective dose of the enzyme preparation Rovabio Excel AP for hens is 50 g per 1000 kg of feed.*

**Keywords:** meat chickens, “Rovabio”, egg productivity, non-specific resistance.

**Продуктивність і стан неспецифічної резистентності кур батьківського стада  
при використанні в раціоні препарату «Ровабіо»**

Л. Л. Куц<sup>1</sup>, Е. В. Маценко<sup>1</sup>, Т. М. Ігнат'єва<sup>1</sup>, Д. А. Бучковський<sup>2</sup>

1 – Харківська державна зооветеринарна академія, Харків, Україна

2 – філіал «Голден Кросс» ООО «Курганський бройлер», Україна

*В умовах інтенсивного виробництва продукції птицеводства основною кормлення сільськогосподарської птиці є висококалорійні комбикорма. Однак, через високий вміст в них некрохмалистих полісахаридів: бета-глюканів, пентоназ, клітковини, лектинових речовин, фітатів, які мають антиметаболічні властивості, ефективне використання поживних речовин раціону можливо при використанні екзогенних ферментів. Метою роботи було визначення оптимальної дози мультиферментного препарату «Ровабіо Ексель АП», основними компонентами якого є ксиланаза і глюканаза, для кур м'ясного кросса Кобб-500 в віці 180-300 днів і встановлення показників яєчної продуктивності і неспецифічної резистентності в залежності від дози: 30, 50 і 70 г на 1000 кг корма.*

*Використання препарату «Ровабіо» дозволило підвищити яйценоскість на середню несучку на 4,0-9,5 %, на початкову несучку – на 4,9-11,3 %, інтенсивність яйценоскості – на 1,8-4,2 %, середню масу яйця – на 2,1-2,6 %. Сохранність кур дослідних груп за період досліду була вище на 1,4-2,9 %.*

*При використанні мультиферментного препарату відзначено тенденцію до збільшення вмісту гемоглобіну і кількості еритроцитів, а також бактеріцидної активності сироватки крові кур. Даний факт*

можно объяснить освобождением дополнительного количества питательных веществ из корма в процессе пищеварения при действии ферментов и использования их в процессах метаболизма, а именно во время гемопоэза.

Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии препарата «Ровабио Эксель АП» на репродуктивные и гематологические показатели кур-несушек родительского стада бройлеров, что позволяет рекомендовать его к применению. Наиболее эффективной дозой ферментного препарата «Ровабио Эксель АП» для кур является 50 г на 1000 кг комбикорма.

**Ключевые слова:** мясные куры, «Ровабио», яичная продуктивность, неспецифическая резистентность.

## Продуктивність і стан неспецифічної резистентності курей батьківського стада за використання в раціоні препарату «Ровабіо»

Л. Л. Куц<sup>1</sup>, О. В. Маценко<sup>1</sup>, Т. М. Ігнат'єва<sup>1</sup>, Д. А. Бучковський<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Харківська державна зооветеринарна академія;

<sup>2</sup> – філія «Голден Крос» ТОВ «Курганський бройлер»

Метою роботи було визначити оптимальну дозу мультиферментного препарату «Ровабіо» для курей м'ясного кросу Кобб-500. Залежно від дози, використання препарату «Ровабіо» дозволило підвищити несучість на середню несучку на 4,0-9,5 %, середню масу яйця – на 2,1-2,6 %, збереженість птиці на 1,4-2,9 %. Результати досліджень засвідчили позитивний вплив препарату «Ровабіо Ексель АП» на репродуктивні та гематологічні показники курей-несучок батьківського стада бройлерів Кобб-500, що дозволяє рекомендувати його до застосування.

**Ключові слова:** м'ясні кури, «Ровабіо», яєчна продуктивність, неспецифічна резистентність.

### Вступ

Птахівництво – одна з найбільш розвинених галузей аграрного сектору економіки України, головним завданням якої є стабільне виробництво м'яса і яєць, що забезпечує людину необхідною кількістю повноцінного білка. Сучасні кури-бройлери – основна історія успіху в тваринництві, як з точки зору ефективного використання ресурсів, так і екологічної стійкості. Однак продовження штучного відбору як для ефективності, так і для швидкого зростання буде підлягати як біологічним обмеженням, так і питанням добробуту тварин. Біологічний потенціал для подальшого підвищення ефективності вже досягнуто шляхом штучного відбору. Тому актуальним є пошук нових шляхів підвищення ефективності птахівництва (Tallentire, Leinonen, & Kyriazakis, 2018).

Травний апарат диких птахів є надзвичайно пластичною системою, що підлаштовується до різних раціонів (Kohl, Ciminari, Chediack, Leafloor, Karasov, McWilliams, & Caviedes-Vidal, 2017). Промислове ведення птахівництва, використання високопродуктивних порід, кросів і ліній сільськогосподарської птиці вимагає постійного вдосконалення складу кормів, що забезпечують її максимальну продуктивність. За умов інтенсивного виробництва основою годівлі є висококалорійні комбикорми, що містять комплекс поживних і біологічно активних компонентів рослинного і тваринного походження (Yegani, & Korver, 2013). Економічно ефективним є використання сировини власного виробництва (пшениці, ячменя, гороху). У той же час, їх застосування у великій кількості негативно впливає на засвоєння поживних речовин, а, відповідно, на продуктивність птиці через високий вміст в них некрохмалистих полісахаридів: бета-глюканів, пентоназ, клітковини, пектинових речовин, фітатів, що мають антиметаболічні властивості (Bohn, Meyer, & Rasmussen, 2008; Muszyński, Tomaszewska, Kwiecień, Dobrowolski, & Tomczyk, 2018). За однакового вмісту протеїну і незамінних амінокислот в різних раціонах їх перетравність і доступність є різною (Razdan, Parihar, & Bajaj, 2012).

Застосування в складі корму ферментів дозволяє руйнувати оболонку клітин рослинних кормів, піддавати гідролізу великі молекули некрохмалистих

полісахаридів, збільшувати перетравність поживних речовин і, таким чином, збільшувати ефективність їх використання (Hurieva, Semerak, & Anatskyi, 2016). Промислове використання ферментів відкрило перспективи відмови від кормових антибіотиків, незважаючи на загрозу інфекційних захворювань серед тварин (Lillehoj, & Lee, 2012). Ферменти, на відміну від гормонів і біостимуляторів, мають інший механізм впливу на організм тварин, при цьому вони не накопичуються в організмі і не входять до складу кінцевих продуктів (Gehring, Bedford, & Dozier, 2013). Крім того, у країнах із високорозвиненим сільським господарством застосування ферментних препаратів у складі раціону тварин перш за все пов'язане з захистом довкілля від біогенного фосфору, а не з економічною доцільністю (Khan, Chaudhry, Butt, Jameel, & Ahmad, 2013).

Дослідники звернули увагу на здатність ферментів змінювати склад мікрофлори травного каналу тварин і, відповідно, на стан природної резистентності організму (Yacoubi et al., 2018). Екзогенні ферменти є важливими факторами, що чинять вплив не тільки на процеси травлення в травному каналі, але й на метаболізм цілого організму (Bohn, Meyer, & Rasmussen, 2008). Проте, механізм їх дії є складним і не повністю зрозумілим (Yacoubi et al., 2018). Більшість публікацій стосовно використання ферментних препаратів присвячено курчат-бройлерам (Gehring, Bedford, & Dozier, 2013; Yuan, Wang, Zhang, & Wang, 2017; Khan, Chaudhry, Butt, Jameel, & Ahmad, 2013), або яєчним курами (Francesch, Broz, & Brufau, 2005; Hughes, Dahiya, Wyatt, & Classen, 2008; Hughes, Dahiya, Wyatt, & Classen, 2009; Lee, Choi, Moon, Oh, Lee, Kang, & An, 2014; Van der Klis, Versteegh, Simons, & Kies, 1997). Стосовно м'ясних курей така інформація обмежена.

Враховуючи доцільність використання в раціоні м'ясних курей ферментних препаратів, дослідження їх впливу на стан продуктивності і неспецифічного імунітету є актуальним завданням, що дозволить з'ясувати особливості механізму їх дії з метою більш раціонального застосування.

Одним з ферментних препаратів, що використовують у тваринництві, є «Ровабіо» (Rovabio) – концентрований мультиферментний комплекс, що

отримують з ферментативного суслу бактерії *Penicillium funiculosum*. Його основними активними компонентами є ендо-1,4-б-ксиланаза та ендо-1,3(4)-б-глюканаза. Активність ксиланази становить 22000 visko од./г, глюканази – 2000 од. AGL/г. За фізичними властивостями цей препарат є порошком бежевого кольору з легким бродильним запахом. В якості наповнювача в препараті використовується пшеничне борошно. Даний препарат виготовляє фірма *Aventis Animal Nutrition (Франція)*.

**Мета роботи** – визначити оптимальну дозу мультиферментного препарату «Ровабіо» і його вплив на показники яєчної продуктивності та неспецифічного імунітету м'ясних курей.

### Матеріал і методи досліджень

Науково-виробничий дослід було виконано в умовах спеціалізованого господарства ТОВ «Курганський бройлер» (філія «Голден Крос») Чугуївського району Харківської області. Мультиензимний препарат вводили в комбікорм шляхом ретельного поступового змішування. Об'єктом дослідження були кури батьківського стаду м'ясного кросу *Кобб-500* віком 180-300 діб. За принципом пар-аналогів було сформовано 4 групи клінічно здорової птиці - 70 гол. у кожній групі. Курей різних груп утримували за однакових гігієнічних умов згідно ВНТП-АПК-04.05 «Підприємства птахівництва». Птиця контрольної групи отримувала основний раціон, який містив: пшениці – 51,8 %, вівса – 8,2 %, жита – 3,7 %. Несучки дослідних груп Д-1, Д-2 і Д-3 додатково до основного раціону впродовж періоду досліджу

отримували мультиензимний препарат «Ровабіо Ексель АП» у дозі 30,0; 50,0 і 70,0 г на 1000 кг комбікорму відповідно.

Кількість еритроцитів та лейкоцитів визначали шляхом підрахунку в камері з сіткою Горяєва. Кількість гемоглобіну визначали гемоглобінцианідним методом за допомогою фотоелектроколориметра АР-101. Дослідження бактерицидної активності сироватки крові проводили за використання фотоелектроколориметра за методом Теффера в модифікації О. В. Смирнової та Т. А. Кузьміної (1966 р.) з використанням тест-культури *E. coli*. Вірогідність різниці між середнім арифметичним контрольної і дослідних груп визначали за критерієм достовірності (td) і таблицями Стьюдента.

### Результати та їх обговорення

За результатами визначення показників мікроклімату пташника, де утримували піддослідну птицю, встановлено, що його основні параметри відповідали гігієнічним нормам. Температура повітря становила в середньому 17,1-18,4 °С, відносна вологість повітря – 65,0-67,1 %. Швидкість руху повітря, концентрація вуглекислого газу, амоніаку і пилу не перевищувала нормативні показники.

Несучість є основним показником яєчної продуктивності курей. Важливим фактором, що чинить вплив на продуктивність птиці, є стан утримання і годівлі. Додавання до основного раціону несучок мультиферментного препарату «Ровабіо Ексель А» дозволило підвищити показники їх продуктивності (табл. 1).

Таблиця 1

**Показники продуктивності і збереження курей-несучок за період досліджу**

Показники	Група			
	контрольна	Д-1	Д-2	Д-3
Несучість на середню несучку, шт.	52,6	54,7	57,6	56,5
Несучість на початкову несучку, шт.	48,8	51,2	54,3	53,3
Інтенсивність несучості, %	43,8	45,6	48,0	47,1
Маса яйця, г	53,1	54,2	54,4	54,5
Збереженість птиці за період досліджу, %	85,7	87,1	88,6	88,6

Як свідчать дані таблиці, показники продуктивності і збереженості курей піддослідних груп відповідали параметрам кросу і віку птиці. У курей контрольної групи несучість на середню несучку становила 52,6 яйця, на початкову несучку – 48,8 яєць, інтенсивність несучості – 43,8 %, збереженість – 85,7 %. Введення до раціону мультиферментного препарату дозволило підвищити несучість на середню несучку: у першій дослідній групі на 4,0 %, другій групі – на 9,5 %, третій групі – на 7,4 %. Несучість на початкову несучку у першій дослідній групі перевищила показник контролю на 4,9 %, другій – на 11,3 % і третій – на 9,2 %. Відповідно, інтенсивність несучості у курей першої дослідної групи була більшою на 1,8 %, другої – на 4,2 %, третьої – на 3,3 %. Збереженість несучок за період досліджу у дослідних групах птиці була вищою: у першій – на 1,4 %, другій і третій – на 2,9 %.

Порівняно з контролем, середня маса яйця у курей першої дослідної групи була більшою на 2,1 %, другої – на 2,4 %, третьої – на 2,6 %. Одержані нами результати щодо позитивного впливу ферментних препаратів на показники яйценосності несучок погоджуються з відповідними даними щодо яєчних курей (Francesch, Broz, & Brufau, 2005); Hughes, Dahiya, Wyatt, & Classen, 2008; Van der Klis, Versteegh, Simons, & Kies, 1997). Визначено, що вплив ферментів на показники яйценосності яєчних курей залежав від вмісту енергії, протеїну і фосфору в раціоні (Lee, Choi, Moon, Oh, Lee, Kang, & An, 2014).

Для встановлення показників фізіологічного стану організму курей за впливу препарату було досліджено морфологічний і біохімічний склад їх крові, результати якого наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Гематологічні показники курей контрольної і дослідних груп 300-добового віку (n=5, M±m)**

Показники	Група			
	контрольна	Д-1	Д-2	Д-3
Вміст гемоглобіну, г/л	93,3±4,21	94,6±4,04	100,7±4,28	97,0±3,89
Кількість еритроцитів, Т/л	1,59±0,08	1,63±0,08	1,83±0,09	1,80±0,11
Кількість лейкоцитів, Г/л	24,3±1,20	28,0±1,32	26,3±1,24	26,4±1,11

Згідно з одержаними даними, використання в раціон ферментного препарату впродовж 120 діб

достовірних відмінностей показників крові між курми контрольної та дослідних груп не було. Кількість

еритроцитів визначали в межах від 93,3±4,21 до 100,7±4,28 Т/л, лейкоцитів – від 24,3±1,20 до 28,4±1,11 Г/л. Уміст гемоглобіну становив від 93,3±4,21 до 100,7±4,28 г/л. У той же час, слід відмітити тенденцію до збільшення цих показників за впливу ферментного препарату. Більш високий вміст гемоглобіну в крові курей-несучок дослідних груп можна пояснити вивільненням додаткової кількості поживних речовин із корму в процесі травлення за дії ферментів і, відповідно, використанням їх в процесах метаболізму, а саме під час гемопоєзу. Відомо, що фітаза гальмує всмоктування такого лімітуючого чинника синтезу гемоглобіну, як Ферум в кишечнику птахів (Akter, Iji, &

Graham, 2017; Engle-Stone, Yeung, Welch, & Glahn, 2005). Про позитивний вплив застосування ферментних препаратів у складі раціону яєчних курей на гематологічні показники повідомляють Zyla, Mika, Duliński, Swiatkiewicz, Koreleski, Pustkowiak, & Piironen (2012).

Важливим маркером неспецифічної резистентності організму тварин є бактерицидна активність сироватки крові (Sahin, Zhang, Meitzler, Harr, Morishita, & Mohan, 2001). За використання препарату «Ровабіо Ексель АП» у складі раціону курей дослідних груп встановлено підвищення бактерицидної активності сироватки крові несучок, про що свідчать дані табл. 3.

Таблиця 3

Показники бактерицидної активності сироватки крові курей контрольної і дослідних груп (% , n=5, M±m)

Вік, дб	Група			
	контрольна	Д-1	Д-2	Д-3
180	43,7±2,07	44,6±1,74	41,7±1,42	42,0±1,80
210	48,3±1,82	58,3±2,13	46,3±1,42	49,3±1,85
240	45,5±1,71	46,1±1,98	54,7±2,30*	52,4±2,34*
270	50,3±1,23	47,7±1,82	56,2±2,43	50,1±1,12
300	51,2±2,17	51,8±1,28	57,0±1,83*	52,9±2,04

Згідно з одержаними даними, за період з 180- до 300-добового віку бактерицидна активність сироватки крові курей як контрольної, так і дослідних груп збільшувалась. Так, у птиці контрольної групи вона зросла на 7,5 % – з 43,7±2,07 % до 51,2±2,37 %. Загальною тенденцією динаміки показника бактерицидної активності сироватки крові курей за використання препарату було її збільшення. Порівняно з контролем, цей показник був достовірно більшим (p<0,05) у несучок Д-2 групи у 240- і 300-добовому віці відповідно на 9,2 і 5,8 % і Д-3 групи у 240-добовому віці – на 6,9 %.

Відомо, що ферментні препарати, фітаза чинять суттєвий вплив на кількісні і якісні показники мікрофлори кишечника (Ptak, Bedford, Świątkiewicz, Żyła, & Józefiak, 2015; Metzler-Zebeli, Vahjen, Baumgärtel, Rodehutschord, & Mosenthin, 2010). Остання, в свою чергу, є важливим чинником, що регулює стан імунної системи як травного каналу, так і всього організму. Можливо, цей фактор також вплинув на підвищення бактерицидної активності сироватки крові у курей дослідних груп.

Слід зазначити, що зі збільшенням дози мультиферментного препарату його стимулюючий вплив на показники яєчної продуктивності був меншим, ніж за оптимальної дози, що погоджується з інформацією Hughes, Dahiya, Wyatt, & Classen (2009) про зменшення ступеня засвоєння амінокислот за високої дози фітази в раціоні яєчних курей.

Отже, результати виконаних досліджень свідчать про позитивний вплив препарату «Ровабіо Ексель АП» на репродуктивні та гематологічні показники курей-несучок батьківського стада бройлерів Кобб-500, що дозволяє рекомендувати його до застосування м'ясним курам.

## Висновки

1. За результатами визначення показників яєчної продуктивності і збереженості курей-несучок батьківського стада бройлерів встановлено, що найбільш ефективною дозою ферментного препарату «Ровабіо Ексель АП» є 50 г на 1000 кг комбікорму.

2. Використання ферментного препарату «Ровабіо Ексель АП» сприяло підвищенню стану неспецифічного імунітету м'ясних курей-несучок, про що свідчили більш високі показники вмісту гемоглобіну,

еритроцитів, а також бактерицидної активності сироватки крові.

*Пропозиції.* В подальшому більш детальніше вивчення впливу ферментних препаратів на різні статеві-вікові групи сільськогосподарської птиці.

## References

- Akter, M., Iji, P. A., & Graham, H. (2017). Increased iron level in phytase-supplemented diets reduces performance and nutrient utilisation in broiler chickens. *British Poultry Science*, 58(4), 409-417. DOI: [10.1080/00071668.2017.1315050](https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1315050)
- Bohn, L., Meyer, A. S., & Rasmussen, S. K. (2008). Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 9(3), 165-191. DOI: [10.1631/jzus.B0710640](https://doi.org/10.1631/jzus.B0710640)
- Engle-Stone, R., Yeung, A., Welch, R., & Glahn, R. (2005). Meat and ascorbic acid can promote Fe availability from Fe-phytate but not from Fe-tannic acid complexes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 10276-10284. DOI: [10.1021/jf0518453](https://doi.org/10.1021/jf0518453)
- Francesch, M., Broz, J., & Brufau, J. (2005). Effects of an experimental phytase on performance, egg quality, tibia ash content and phosphorus bioavailability in laying hens fed on maize- or barley-based diets. *British Poultry Science*, 46(3), 340-8. DOI: [10.1080/00071660500127001](https://doi.org/10.1080/00071660500127001)
- Gehring, C. K., Bedford, M. R., & Dozier, W. A. 3rd. (2013). Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers. *Poultry Science*, 92(4), 979-91. DOI: [10.3382/ps.2012-02769](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02769)
- Hughes, A. L., Dahiya, J. P., Wyatt, C. L., & Classen, H. L. (2008). The efficacy of quantum phytase in a forty-week production trial using white leghorn laying hens fed corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science*, 87(6), 1156-61. DOI: [10.3382/ps.2007-00505](https://doi.org/10.3382/ps.2007-00505)
- Hughes, A. L., Dahiya, J. P., Wyatt, C. L., & Classen, H. L. (2009). Effect of Quantum phytase on nutrient digestibility and bone ash in White Leghorn laying hens fed corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science*, 88(6), 1191-8. DOI: [10.3382/ps.2008-00233](https://doi.org/10.3382/ps.2008-00233)
- Hurieva, A.H., Semerak, Ya.V., & Anatskyi, A.S. (2016). Analysis of the application efficiency of the enzyme preparation Ladozim Proxy in the poultry industry.

- Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. *Bioloĥiia, medytsyna*, 7(2), 101-105. DOI: [10.15421/021618](https://doi.org/10.15421/021618)
- Khan, S. A., Chaudhry, H. R., Butt, Y. S., Jameel, T., & Ahmad, F. (2013). The effect of phytase enzyme on the performance of broiler flock (A review). *Poultry Science Journal*, 1(2), 117-125. DOI: [10.22069/PSJ.2013.1478](https://doi.org/10.22069/PSJ.2013.1478)
- Kohl, K. D., Ciminari, M. E., Chediack, J. G., Leafloor, J. O., Karasov, W. H., McWilliams, S. R., & Cavedes-Vidal, E. (2017). Modulation of digestive enzyme activities in the avian digestive tract in relation to diet composition and quality. *Journal of Comparative Physiology B*, 187(2), 339-351. DOI: [10.1007/s00360-016-1037-6](https://doi.org/10.1007/s00360-016-1037-6)
- Lee, K.W., Choi, Y.I., Moon, E.J., Oh, S.T., Lee, H.H., Kang, C.W., & An, B.K. (2014). Evaluation of Dietary Multiple Enzyme Preparation (Natuzyne) in Laying Hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(12), 1749-1754. DOI: [10.5713/ajas.2014.14294](https://doi.org/10.5713/ajas.2014.14294)
- Lillehoj, H. S., & Lee, K. W. (2012). Immune modulation of innate immunity as alternatives-to-antibiotics strategies to mitigate the use of drugs in poultry production. *Poultry Science*, 91, 1286-1291. DOI: [10.3382/ps.2012-02374](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02374)
- Metzler-Zebeli, B. U., Vahjen, W., Baumgärtel, T., Rodehutschord, M., & Mosenthin, R. (2010). Ileal microbiota of growing pigs fed different dietary calcium phosphate levels and phytase content and subjected to ileal pectin infusion. *Journal of Animal Science*, 88(1), 147-58. DOI: [10.2527/jas.2008-1560](https://doi.org/10.2527/jas.2008-1560)
- Muszyński, S., Tomaszewska, E., Kwiecień, M., Dobrowolski, P., & Tomczyk, A. (2018). Effect of Dietary Phytase Supplementation on Bone and Hyaline Cartilage Development of Broilers Fed with Organically Complexed Copper in a Cu-Deficient Diet. *Biological Trace Element Research*, 182(2), 339-353. DOI: [10.1007/s12011-017-1092-1](https://doi.org/10.1007/s12011-017-1092-1)
- Ptak, A., Bedford, M. R., Świątkiewicz, S., Żyła, K., & Józefiak, D. (2015). Phytase Modulates Ileal Microbiota and Enhances Growth Performance of the Broiler Chickens. *PLoS One*, 10(3): e0119770. DOI: [10.1371/journal.pone.0119770](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119770)
- Razdan, K., Parihar, J., & Bajaj, B. K., (2012). Isolation and characterization of a lipolytic and phytase producing probiotic for potential application in poultry feed. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 2(4), 369-377. DOI: [10.3109/10242422.2015.1083014](https://doi.org/10.3109/10242422.2015.1083014)
- Sahin, O., Zhang, Q., Meitzler, J. C., Harr, B. S., Morishita, T. Y., & Mohan, R. (2001). Prevalence, antigenic specificity, and bactericidal activity of poultry anti-Campylobacter maternal antibodies. *Applied Environmental Microbiology*, 67(9), 3951-7. DOI: [10.1128/aem.67.9.3951-3957.2001](https://doi.org/10.1128/aem.67.9.3951-3957.2001)
- Tallentire, C. W., Leinonen, I., Kyriazakis, I. (2018). Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. *Scientific Reports*, 8(1), 1168. DOI: [10.1038/s41598-018-19231-2](https://doi.org/10.1038/s41598-018-19231-2)
- Van der Klis, J. D., Versteegh, H. A., Simons, P. C., & Kies, A. K. (1997). The efficacy of phytase in corn-soybean meal-based diets for laying hens. *Poultry Science*, 76(11), 1535-42. DOI: [10.1093/ps/76.11.1535](https://doi.org/10.1093/ps/76.11.1535)
- Yacoubi, N., Saulnier, L., Bonnin, E., Devillard, E., Eeckhaut, V., Rhayat, L., Ducatelle, R., & Van Immerseel F. (2018). Short-chain arabinoxylans prepared from enzymatically treated wheat grain exert prebiotic effects during the broiler starter period. *Poultry Science*, 97(2), 412-424. DOI: [10.3382/ps/pex297](https://doi.org/10.3382/ps/pex297)
- Yegani, M., & Korver, D.R. (2013). Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(5), 1208-20. DOI: [10.3382/ps.2012-02390](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02390)
- Yuan, L., Wang, M., Zhang, X., & Wang, Z. (2017). Effects of protease and non-starch polysaccharide enzyme on performance, digestive function, activity and gene expression of endogenous enzyme of broilers. *PLoS One*, 12(3):e0173941. DOI: [10.1371/journal.pone.0173941](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173941)
- Żyła, K., Mika, M., Duliński, R., Świątkiewicz, S., Koreleski, J., Pustkowiak, H., & Piironen, J. (2012). Effects of inositol, inositol-generating phytase B applied alone, and in combination with 6-phytase A to phosphorus-deficient diets on laying performance eggshell quality, yolk cholesterol, and fatty acid deposition in laying hens. *Poultry Science*, 91(8), 1915-27. DOI: [10.3382/ps.2012-02198](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02198)