

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

4.2021

---

# ВІСНИК

**Хмельницького**

**національного**

**університету**

**Технічні науки**

---

**Technical sciences**

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2021, Issue 4, Volume 299

Хмельницький

**ВІСНИК  
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,  
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

*Засновано в липні 1997 р.*

*Виходить 6 разів на рік*

---

**Хмельницький, 2021, № 4(299)**

---

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет  
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського [http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu\\_tekh](http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh)

Включено до науково-метричних баз:

<b>Google Scholar</b>	<a href="http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aUUP9OYAAAAAJ">http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aUUP9OYAAAAAJ</a>
<b>Index Copernicus</b>	<a href="http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3">http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3</a>
<b>Polish Scholarly Bibliography</b>	<a href="https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221">https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221</a>
<b>CrossRef</b>	<a href="http://doi.org/10.31891/2307-5732">http://doi.org/10.31891/2307-5732</a>

<b>Головний редактор</b>	<b>Скиба М. Є.</b> , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
<b>Заступник головного редактора</b>	<b>Синюк О. М.</b> , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
<b>Відповідальний секретар</b>	<b>Горященко С. Л.</b> , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

**Ч л е н и р е д к о л е г і ї**

*Технічні науки*

Березненко С.М., д.т.н., Бойко Ю.М., д.т.н., Говорущенко Т.О., д.т.н., Гордєєв А.І., д.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Защепкіна Н.М., д.т.н., Захаркевич О.В., д.т.н., Злотенко Б.М., д.т.н., Зубков А.М., д.т.н., Каплун П.В., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Любош Хес, д.т.н., (Чехія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мартинюк В.В., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Місяць В.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Параска О.А., к.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Горошко А.В., д.т.н., Сарібекова Д.Г., д.т.н., Семенко А.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Харжевський В.О., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Ясній П.В., д.т.н., професор, Бубуліс Альгімантас, доктор наук (Литва), Елсаєд Ахмед Ельнашар, доктор наук (Єгипет), Кальчинські Томаш, доктор наук (Польща), Коробко Євгенія Вікторівна, д.т.н. (Білорусія), Лунтовський Андрій Олегович, д.т.н. (Німеччина), Любош Хес, доктор наук (Польща), Матушевський Мацей, доктор наук (Польща), Мушлевський Лукаш, доктор наук (Польща), Мушля Януш, доктор наук (Польща), Натріашвілі Тамаз Мамієвич, д.т.н., (Грузія), Попов Валентин, доктор природничих наук (Німеччина)

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 1 від 26.08.2021 р.**

**Адреса редакції:** редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"  
Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

<b>☎</b>	(038-2) 67-51-08	<b>web:</b>	<a href="http://journals.khnu.km.ua/vestnik">http://journals.khnu.km.ua/vestnik</a>
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:visnyk.khnu@khmnu.edu.ua">visnyk.khnu@khmnu.edu.ua</a> <a href="mailto:visnyk.khnu@gmail.com">visnyk.khnu@gmail.com</a>		<a href="http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm">http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm</a>

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.  
Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
**Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року**

© Хмельницький національний університет, 2021  
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2021

## ЗМІСТ

## ЕКОЛОГІЯ

<b>А.В. МОКІЄНКО, Л.М. СПАСЬОНОВА, О. Ю. БОНДАРЧУК</b> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ ВМІСТУ ХЛОРИТІВ ТА ХЛОРАТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ ПІСЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ОКИСНЮВАЧАМИ .....	7
--	---

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІ,  
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА

<b>NAZAR MYKOLAYOVYCH TROSTYNSKYI, OLEKSANDR ANATOLIPOVYCH PASICHNYK, TETIANA KAZYMYRIVNA SKRYPNYK, EDUARD ANDRPOVYCH MANZIUK</b> INFORMATION TECHNOLOGY OF MAKING CONTROLLED CRITICALLY SAFE DECISIONS WHEN VIEWING POINT CLOUDS “WEB POINT CLOUD VIEWER” .....	11
<b>А. БОЙЧУК, Р. КАМІНСЬКИЙ, Н. ШАХОВСЬКА, Б. ХУДОБА</b> ВПЛИВ КОЛЬОРУ ТЛА ЗОБРАЖЕННЯ-ТЕСТУ НА ЧАС ВИЯВЛЕННЯ ЛЮДИНОЮ-ОПЕРАТОРОМ ОБ'ЄКТА, ЛОКАЛІЗОВАНОГО НА НЬОМУ, В СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНІНГУ .....	18
<b>Л.М. КУПЕРШТЕЙН, М.Д. КРЕНЦІН</b> АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ПІРИНГОВИХ МЕРЕЖ .....	26
<b>С.С. ПЕТРОВСЬКИЙ, О.А. ПАСІЧНИК, Т.К. СРИПНИК</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЕКТІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТ СПЕЦІАЛЬНОСТІ КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ .....	30
<b>ROMAN RUSLANOVYCH HRYMAK, OLEKSANDR ANATOLIPOVYCH PASICHNYK, TETIANA KAZYMYRIVNA SKRYPNYK, EDUARD ANDRPOVYCH MANZIUK</b> INFORMATION TECHNOLOGY OF MAKING CONTROLLED CRITICALLY SAFE DECISIONS ABOUT MODEL PARAMETERS CONVERSION AT TRANSFER BETWEEN VISUALIZATION SYSTEMS .....	35
<b>А.Ю. ШЛІНГ, Н.В. ХОМИН</b> ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАПОВНЕННЯ ВЕБ-РЕСУРСІВ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ З ВРАХУВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО КОМУНІКАТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ .....	43
<b>О.В. ЦИРА, Н.О. ПУНЧЕНКО</b> ВИКОРИСТАННЯ КОГНІТИВНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ .....	50
<b>Д.Ю. АНТІЧ, Г.І. РАДЕЛЬЧУК</b> УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ .....	54
<b>О.П. МИСОВ, І.Л. ЛЕВЧУК, К.О. ФЕСЕНКО, М.О. САВЧЕНКО, О.М. ГНАТКО</b> РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ РОЗЧИНУ МІДНОГО КУПОРОСУ, АДАПТОВАНОЇ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ .....	59
<b>О.І. ХИЖАН, К.А. НЕСТЕРОВА, О.І. ХИЖАН</b> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН .....	67

## МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАНІКА ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

<b>А.Л. ГАНЗЮК, А.І. ГОРДЄЄВ, О.В. КРАВЧУК, А.С. ОЛІЙНИК</b> ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОТОФІКСАЦІЇ СЛІДОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТРАСОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ .....	72
--	----

**А.Р. СТАРИЙ, А.І. ГОРДЄЄВ**  
АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВІБРАЦІЙНОГО ПРИВОДУ МАШИНИ ДЛЯ МИЙКИ І  
ОЧИСТКИ ПУЛЬСУЮЧИМ СТРУМЕНЕМ РІДИНИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ  
РЕЖИМІВ ЙОГО РОБОТИ ..... 77

**М.М. КОСНОК, А. М. КОСНОК, В. С. КРАВЧУК**  
КОМБІНОВАНА СИЛОВА УСТАНОВКА АВТОМОБІЛЯ ..... 84

**А.В. ГОРОШКО, І.В. ДРАЧ, В.П. ТКАЧУК**  
ВПЛИВ МОМЕНТНОЇ НЕЗРІВНОВАЖЕНОСТІ ТА ПОЛОЖЕННЯ ЦЕНТРУ ЖОРСТКОСТІ НА  
ВІБРОАКТИВНІСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ БАРАБАННИХ МАШИН ..... 89

**М. Г. ЗАЛЮБОВСЬКИЙ, І. В. ПАНАСЮК, В. В. МАЛИШЕВ**  
АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТУЖНОСТІ, ЯКА СПОЖИВАЄТЬСЯ НА ВЕДУЧОМУ ВАЛУ  
ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ ЗІ СКЛАДНИМ РУХОМ РОБОЧОЇ ЄМКОСТІ ..... 95

### ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГЕТИКА

**О.В. МОЙСЮК, А.П. САМЛА**  
ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ СПІРАЛЕПОДІБНОЇ КОТУШКИ ЯКР-  
ДЕТЕКТОРА ВИБУХОВИХ ТА НАРКОТИЧНИХ РЕЧОВИН ..... 101

**В.О. БІЛИЙ, В.О. БІЛИЙ, В.М. БОНДАРЕНКО, Н.О. БОНДАРЕНКО**  
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРИШВИДШЕННЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ ТРАВМ НИЖНІХ КІНЦІВОК ..... 108

### ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНОЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**А. О. БОНДАРЄВА, Е. Є. КАСЬЯН, О. Р. МОКРОУСОВА**  
МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОКРИТТЯ ШКІР ..... 115

**Ю. А. КОВАЛЬОВ, С. А. ПЛЕШКО, Є. В. ЛОПУХОВ**  
ДИНАМІКА КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ З ПРИСТРОЄМ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ  
НАВАНТАЖЕНЬ З ПРУЖИНАМИ КРУЧЕННЯ ..... 123

**Л. М. БЕРЕЗІН**  
ДО РОЗРАХУНКУ НАВАНТАЖЕНОСТІ В'ЯЗАЛЬНИХ ГОЛОК ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТІВ ..... 131

**ANDRIJ P. OLIJNYK, OLEKSANDRA Yu. MIRZOIEVA, OKSANA I. BELEI**  
DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS THE PARAMETERS OF THE  
LOADING OF HYDRAULIC STRUCTURES ..... 136

**Т. А. ПОПОВИЧ, Г. В. МІЩЕНКО, С. П. БЕСЧАСНИЙ**  
АНТИМІКРОБНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІГНІНУ ЯК ПРИРОДНОГО БІОЦИДУ ДЛЯ ЗАХИСТУ  
ТЕКСТИЛЮ ..... 142

**В. Ю. ЩЕРБАНЬ, Ю. В. МАКАРЕНКО, О. З. КОЛИСКО, Ю. Ю. ЩЕРБАНЬ, М. І. КОЛИСКО**  
РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ПРОЦЕДУРИ РЕКУРСІЇ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ  
ВИЗНАЧЕННІ НАТЯГУ ОСНОВНИХ НИТОК БАГАТОШАРОВОЇ ТКАНИНИ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОГО  
СПОРЯДЖЕННЯ ..... 154

### ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ

**О. Б. ВОВК, Н. Р. ГРАБОВСЬКА, В. В. ЛУЦКО, Р. О. ГОЛОЩУК**  
РОЗРОБЛЕННЯ МАТРИЦІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ЗІСТАВЛЕННЯ РІВНІВ  
ПРОФЕСІОНАЛІЗМУ І СФОРМОВАНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ..... 159

**С. А. БУРЛАКА, В. М. ЯРОПУД, Н. Г. ЗДИРКО**  
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНКИ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПРИ  
ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛИВА ..... 169

**А. О. БОЙКО, О. В. КУЗЬМЕНКО, В. В. КОЙБІЧУК, О. С. КУШНЕРЬОВ**  
РОЛЬ ТА МІСЦЕ УКРАЇНСЬКИХ КІБЕРГРАВЦІВ У СВІТОВОМУ КІБЕРСПОРТІ ..... 175

---

<b>J. POBEREZHETS, I. KUPCHUK, V. YAROPUD, S. BURLAKA</b> DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS AND BROILER CHICKEN PRODUCTIVITY UNDER THE ACTION OF PROBIOTIC ENTERO-ACTIVE .....	182
<b>Г. А. РІПКА, І. О. ЗАСОРНОВА</b> СПОСІБ ОЦІНКИ ВПЛИВУ КОНТУРІВ ВИШИТОГО ЕЛЕМЕНТА НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТКАНИНИ .....	187



J. POBEREZHETS

e-mail: podolyan@vsau.vin.ua

I. KUPCHUK

e-mail: kupchuk.igor@i.ua

V. YAROPUD

e-mail: yaropud77@gmail.com

S. BURLAKA

e-mail: ipserhiy@gmail.com

Vinnitsa National Agrarian University

## DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS AND BROILER CHICKEN PRODUCTIVITY UNDER THE ACTION OF PROBIOTIC ENTERO-ACTIVE

The probiotic "Entero-active", due to the formation of lactic and acetic acids, creates an unfavourable pH environment for pathogenic microflora, stimulates the growth of intestinal normal flora, which has a positive effect on the composition of the microbiocenosis. In addition, probiotic microorganisms produce biologically active substances, enzymes and amino acids. The aim of the research was to investigate the digestion of feed nutrients by broiler chickens fed by the probiotic supplement Entero-active. Optimal doses of probiotic feeding are determined on the basis of obtained results. The influence of probiotic supplement on digestibility of feed nutrients, availability of amino acids and retention of mineral elements of mixed fodder is established. Tendencies of changes in productivity and safety of poultry under the effect of probiotic are revealed.

The broiler chickens fed by additive Entero-active have increased the digestibility of dry matter by 2.4% ( $P < 0.01$ ), protein by 3.4% ( $P < 0.001$ ), fiber by 31.1% ( $P < 0.001$ ) and NFE by 4.0% ( $P < 0.001$ ) comparing with the control group.

According to our research, the application of probiotic supplement Entero-active for the broilers' feeding increases the availability of essential amino acids, i.e. lysine by 4.8%, histidine by 3.8%, arginine by 4.9%, threonine by 7.5%, valine by 4.1%, methionine by 2.6%, isoleucine by 7.6% compared with the control indicator. It was found the absorption of Ca, P, Mg, Mn, and increases respectively, by 23.5%, 6.9%, 12.2%, and by 33.1% under the action of probiotics.

The Entero-active probiotic application in the diet of broiler chickens increases the pre-slaughter live weight by 16.7%, the weight of ungutted carcasses by 15.0% and gutted carcasses by 17.3%, feed costs per 1 kg increase by 12.9%, relative to control.

Our studies have made it possible to identify certain patterns in the digestion of nutrients by poultry, depending on the different doses of probiotic Entero-active used in their diets.

Keywords: broiler chickens, probiotic, digestibility, amino acids, mineral elements, slaughter qualities.

Ю. М. ПОБЕРЕЖЕЦЬ,

І. М. КУПЧУК,

В. М. ЯРОПУД,

С. А. БУРЛАКА

Вінницький національний аграрний університет

## ЗАТРАВЛЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ БРОЙЛЕРА ПІД ДІЄЮ ПРОБІОТИКУ ЕНТЕРОАКТИВ

Пробіотик «Ентеро-актив», завдяки утворенню молочної та оцтової кислот, створює несприятливе рН-середовище для патогенної мікрофлори, стимулює ріст нормальної флори кишечника, що позитивно впливає на склад мікробіоценозу. Крім того, пробіотичні мікроорганізми виробляють біологічно активні речовини, ферменти та амінокислоти. Метою дослідження було дослідити перетравлення поживних речовин корму курчат-бройлерів, яких годували пробіотичною добавкою «Ентеро-актив». На основі отриманих результатів визначаються оптимальні дози пробіотичного годування. Встановлено вплив пробіотичної добавки на засвоюваність поживних речовин корму, наявність амінокислот та збереження мінеральних елементів комбікорму. Виявлено тенденції зміни продуктивності та збереженості птиці під дією пробіотика.

Кури-бройлери, яких годували добавкою «Ентеро-актив», підвищили засвоюваність сухої речовини на 2,4% ( $P < 0,01$ ), білка на 3,4% ( $P < 0,001$ ), клітковини на 31,1% ( $P < 0,001$ ) і NFE на 4,0% ( $P < 0,001$ ) у порівнянні з контрольною групою.

Згідно з нашими дослідженнями, застосування пробіотичної добавки «Ентеро-актив» для годування бройлерів підвищує доступність незамінних амінокислот, тобто лізину на 4,8%, гістидину на 3,8%, аргініну на 4,9%, треоніну на 7,5%, валіну на 4,1%. %, метіонін на 2,6%, ізолейцин на 7,6% порівняно з контрольним показником. Встановлено, що всмоктування Ca, P, Mg, Mn збільшується відповідно на 23,5%, 6,9%, 12,2% і на 33,1% під дією пробіотиків.

Застосування Ентероактивного пробіотика в раціоні курчат-бройлерів збільшує передзайбну живу масу на 16,7%, масу непотрошених туш на 15,0% та потрошених на 17,3%, витрати корму на 1 кг збільшуються на 12,9% порівняно з контролем.

Наші дослідження дозволили виявити певні закономірності перетравлення поживних речовин домашньою птицею залежно від різних доз пробіотика «Entero-active», які використовуються в їх раціоні.

Ключові слова: курчат-бройлери, пробіотик, засвоюваність, амінокислоти, мінеральні елементи, забійні якості.

### Introduction

Nowadays, there is a problem of offering competitive, environmentally friendly and cost-effective products in many world countries. It is known that antibiotics are widely used to increase the growth of farm animals often used as growth stimulator. However, this approach has got a number of disadvantages, as the antibiotics accumulate

in livestock products developing stable microflora, which increases their efficiency, reducing the balance of microorganisms in the gastrointestinal tract leading to antibiotic application control in Europe (Barrow P. A., 1992; Mookiah, S. *et al.*, 2014; Shtainer T. *et al.*, 2010; Podolian Yu. M., 2016; Chudak R.A. *et al.*, 2019).

#### Analysis of research and publications

Numerous feed additives have been used in animal diets in recent years. However, they do not always have a positive effect on product quality. Nowadays, this issue is important because of advanced technologies introduction for new feeds application, the application of chemical and microbiological synthesis products in animal nutrition (Dunkley C., 2008; Alavi S.A. *et al.*, 2012; Sobolev O. I. *et al.*, 2019).

Probiotics have become widespread among feed additives of natural origin. They create an unfavorable pH environment for pathogenic and opportunistic microflora, stimulate the growth and biological activity of normal intestinal microflora having a positive effect on the composition of the microbiocenosis, probiotic microorganisms also produce biologically active substances and amino acids (Xiaolu Liu, 2012; Park J. H., 2014; Podolian Yu. N., 2017; Salim H.M. *et al.*, 2013; Chudak R. A. *et al.*, 2020).

Digestibility of nutrients depends on the species and the animal age, chemical composition, preparation methods for feeding, feeding level and other factors. It is known that the hydrolysis of feed nutrients to monomers is carried out using enzymes and acids, and symbiotic microorganisms that are in the digestive tract (Chudak R.A. *et al.*, 2020.).

#### Formulation of goals

The aim of the research was to investigate the digestion of feed nutrients by broiler chickens fed by the probiotic supplement Entero-active. This probiotic supplement contains lactic acid bacteria of the *Lactobacillus* and *Enterococcus* genus. This drug was developed at PE BTU-center (Ladyzhyn, Vinnytsia region).

#### Material and methods

The experiment was carried out at the research farm of Vinnytsia National Agrarian University. The experiment lasted for 42 days. Four groups of one-day-old broiler chickens of the Ross-308 cross were selected by the method of analogous groups, each group contained 50 heads (Kozyr V. S. *et al.*, 2002).

Broilers were kept in one tier group cages considering all zoohygienic requirements. The control group consumed a basic diet (BD), i.e., complete feeds. The experimental groups were additionally fed by different doses of a probiotic drug (Table 1).

The amount of digestible nutrients, nitrogen balance and retention of mineral elements was determined by the difference between the nutrients, nitrogen or minerals intake with feed and their excretion with manure according to generally accepted methods (Ibatullin I. I. *et al.*, 2017).

Table 1.

#### Feeding patterns

Group	Duration, days	Feeding characteristics		
		Age, days		
		1 - 10	11 - 28	29 - 42
Control	42	BD (complete feeds)		
Experimental II	42	BD+0.062% Entero-active	BD +0.025% Entero-active	BD +0.0125 % Entero-active
Experimental III	42	BD +0.125% Entero-active	BD +0.05% Entero-active	BD +0.025% Entero-active
Experimental IV	42	BD +0.25% Entero-active	BD +0.1% Entero-active	BD +0.05% Entero-active

Control slaughter of poultry was performed to research hematological parameters at the end of the experiment. Morphological parameters of blood were determined at Vinnytsia Veterinary Hospital. Hematological parameters were researched according to appropriate methods (Levchenko V.I. *et al.*, 2002).

Biometric data processing was performed on a PC according to M.O. Plokhinskyi, 1969. The results of the average values were considered statistically significant at \*P<0.05; \*\* P <0.01; \*\*\* P <0.001.

#### Results and Discussion

According to the research results, the highest digestibility of protein and nitrogen-free extractives (NFE) was observed when the average dose of the additive were additionally fed; they were higher by 3.4% and 4.0% (P <0.001) than the control one. The broilers of the II and IV groups had increased the digestibility of protein, although a probable difference with the control was not found (Fig. 1).

It is advisable to pay attention to the dry matter and fiber digestibility by broiler chicken dependence on different doses of Entero-active probiotic supplement comparing them with the control poultry group.

According to the research results, feeding the probiotic maximum dose increased the dry matter digestibility by 2.3% (P <0.01), the average dose increased the dry matter digestibility by 2.4% (P <0.01).

The maximum dose of the additive caused the highest digestibility of fiber by broilers (31.1% (P <0.001)) relative to the control group. However, in groups II and III the digestibility of fiber was higher than in the control by 20.2% (P <0.01) and 16.0 % (P <0.001), respectively.

Group II consumed the minimum dose of probiotic drug; they outperformed by NFE digestibility the control group by 1.5% (P <0.05).

The consumption of probiotics by group IV increased the NFE digestibility by 1.3% (P <0.01). However, it caused decrease of fat digestibility by 1.3% (P<0.01).



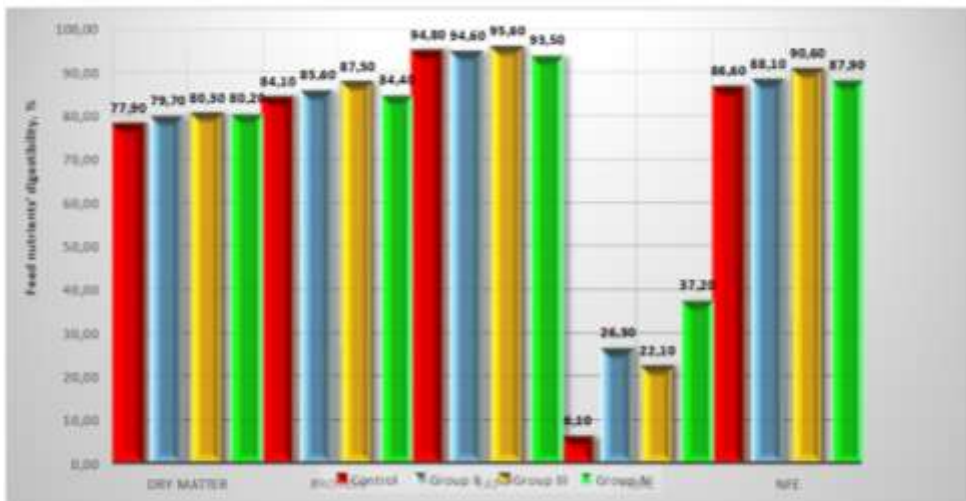


Fig. 1 Coefficients of feed nutrients digestibility

According to research data, the probiotics application for broiler chicken feeding has a positive effect on the amino acids' digestibility (Fig. 2).

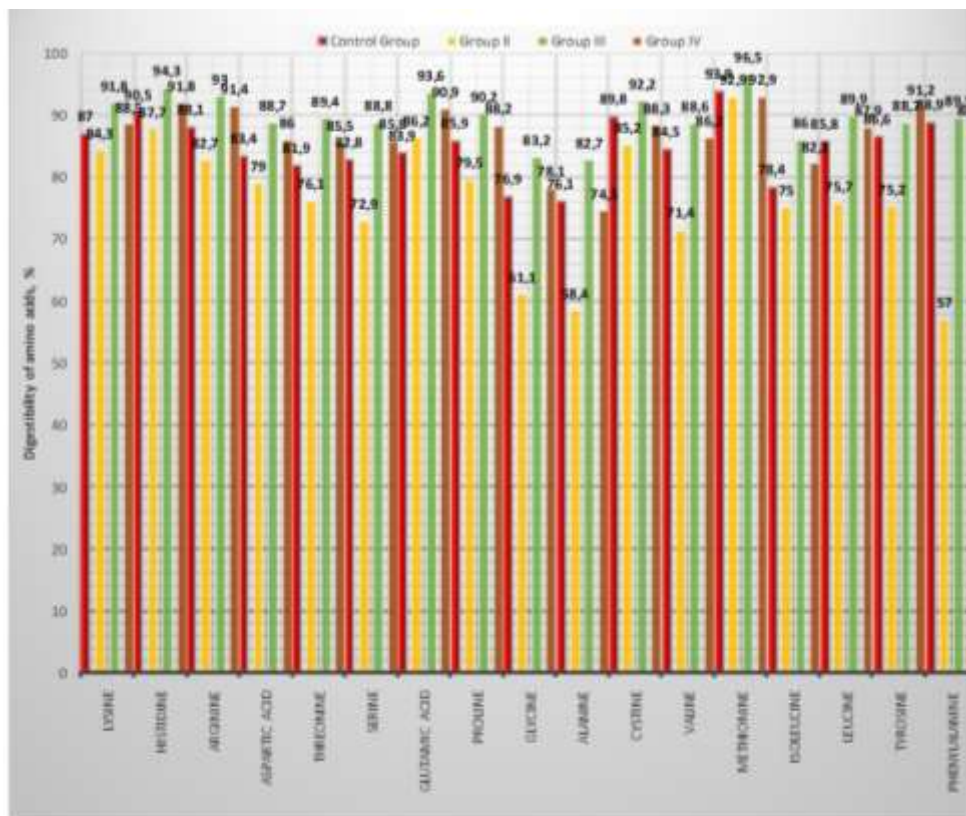


Fig. 2 Digestibility of amino acids by broiler chickens, %

According to the research results, the broiler chickens fed by the average dose of the supplement have the highest digestibility of amino acids. Thus, the digestibility of such essential amino acids as lysine, histidine, arginine, valine, methionine, isoleucine and leucine in group III significantly exceeds the control analogues, respectively, by 4.8%, 3.8%, 4.9%, 4.1%, 2.6%, 7.6% and 4.1% ( $P < 0.001$ ). In group II the absorption of phenylalanine was by 31.9% ( $P < 0.001$ ) less than the control sample.

It should be noted that feeding by the minimum dose of probiotics causes a decrease in the coefficients of digestion of amino acids compared to control values. The highest digestibility of aspartic and glutamic acids was found in the group III, it was higher by 5.3% and 9.7% ( $P < 0.001$  and  $P < 0.001$ ), respectively, compared with the control.

It was found that the digestibility of threonine was by 7.5% ( $P < 0.001$ ), serine was by 6.0% ( $P < 0.001$ ), proline was by 4.3% ( $P < 0.001$ ), glycine was by 6, 3% ( $P < 0.001$ ), alanine was by 6.6% ( $P < 0.001$ ) and cystine was by 3.1% ( $P < 0.001$ ) more in group III than in the control one. The highest content of tyrosine is observed in group IV, it was higher by 4.6% ( $P < 0.01$ ).

The mineral elements play a vital role in metabolism, because the organic matter of feed is better used by

animals in the presence of sufficient amounts of both macro-and micronutrients. Diets imbalance in terms of mineral content leads to metabolic disorders in animals, as well as a decrease in natural immunity.

Therefore, an important aspect of our research was to study the retention of mineral elements in the feed of broiler chickens (Table 2).

Table 2.

Retention of mineral feed elements, %

Group	Ca	P	Mg	Mn
Control I	17.9 ± 1.53	60.8 ± 1.42	31.8 ± 1.14	7.2 ± 2.45
Experimental II	39.9 ± 2.82***	67.7 ± 1.95*	32.7 ± 3.95	31.8 ± 3.29**
Experimental III	40.1 ± 0.91***	66.8 ± 1.02*	40.8 ± 0.68***	26.0 ± 1.13***
Experimental IV	41.4 ± 1.49***	66.4 ± 2.18	44.0 ± 1.69**	40.3 ± 1.36***

It was found that poultry additionally fed by feed additive had an increased retention of Ca and Mn, respectively, in group II by 22.0% and 24.6% (P <0.001 and P <0.01), in group III by 22.2% and 18.8% (P <0.001 and P <0.001) and in group IV by 23.5 % and 33.1% (P <0.001 and P <0.001) compared with the control group.

The animal growth phosphorus need is the sum of the absorbed phosphorus accumulated in soft tissues and phosphorus deposited in the bones. A significant difference in the phosphorus absorption increase was observed in experimental groups II and III by 6.9% and 6.0% (P <0.05), respectively.

The probiotic has a positive effect on Mg content, it was by 9.0% (P <0.001) and by 12.2% (P <0.01) more in group III and IV than in the control. Lack of this mineral element in the poultry diet leads to increased excitability of the nervous system, ataxia and seizures.

It was found that group II consumed 189.4 kg of feed, it is by 1.5% less than the control group. However, feed consumption per 1 kg of growth decreased by 3.1% in group II, by 7.7% in group III and by 12.9% in group IV (Fig. 3).

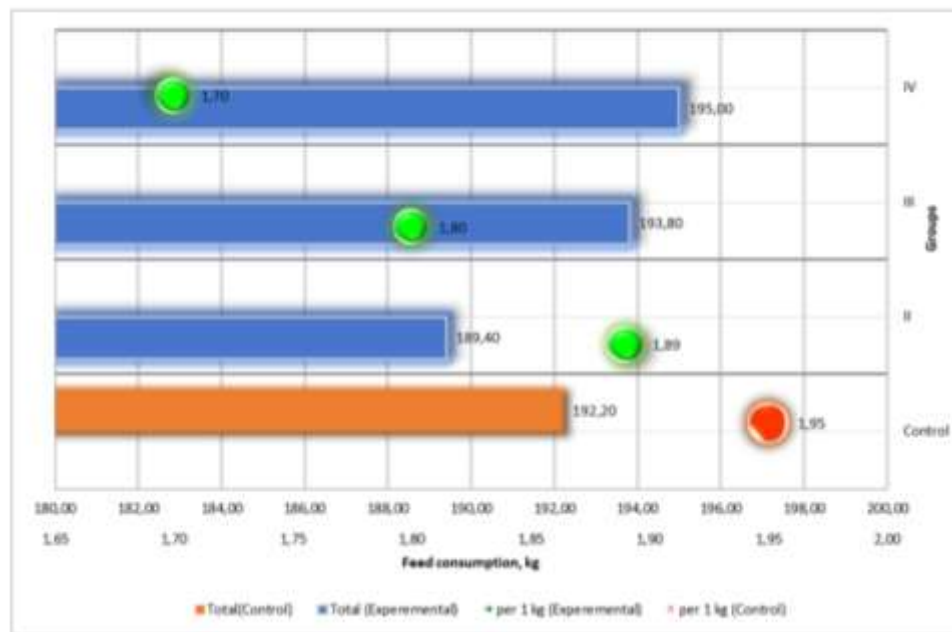


Fig. 3 Feed costs and returns of broilers, kg

It should be noted that poultry additionally fed by Entero-active probiotic drug have increased both feed conversion feed payment. However, feed costs per 1 kg of growth were lower than in the control group.

According to the research results, the probiotic additive had a positive effect on the slaughter indicators of broiler chickens (Table 3).

Poultry from groups III and IV had a significant advantage by 9.3% (P <0.001) and 16.7% (P <0.01) considering the pre-slaughter live weight.

When broilers consumed the probiotic drug, the weight of ungutted and gutted carcasses increased by 8.7% (P <0.001) and 9.5% (P <0.01) in the group III, and by 15.0% (P <0.01) and 17.3% (P <0.05) in group IV respectively, compared with chickens in the control group.

Table 3

Slaughter rates of broiler chickens, g

Indicator	Group			
	Control I	Experimental II	Experimental III	Experimental IV
Pre-slaughter weight	2,064.5 ± 15.3	2,104.0 ± 14.8	2,258.0 ± 26.7***	2,410.7 ± 95.6**
Ungutted carcass weight	1,867.2 ± 8.3	1,923.0 ± 55.9	2,031.0 ± 24.8***	2,148.0 ± 93.1**
Semi gutted carcass weight	1,650.5 ± 53.0	1,652.5 ± 73.0	1,793.2 ± 30.0	1,918.0 ± 101.6
Gutted carcass weight	1,406.0 ± 18.2	1,412.5 ± 89.5	1,540.5 ± 29.5**	1,650.0 ± 82.14*

The weight of semi-gutted carcass was higher by 8.6 % and 16.2 % in groups III and IV, respectively, than in the control group. However, no significant difference was found.

The obtained results on the nutrients digestibility increase under the influence of probiotic additives are consistent with other scholars' researches (Belova et al., 2009; Fedorchenko, 2017; Wondwesen and Moges, 2017). Many scientists confirm the probiotic drugs positive effect on the amino acids absorption and retention of mineral feed elements in poultry (Urdzik, 2010; Balukh, 2016). The positive effect of probiotics on slaughter rates is mentioned in the scientific publications, in particular, that their use increases slaughter qualities and improves the development of internal organs and digestive organs (Patreva and Shevchenko, 2010; Otchenashko, 2012).

### Conclusion

1. The broiler chickens fed by additive Entero-active have increased the digestibility of dry matter by 2.4% ( $P < 0.01$ ), protein by 3.4% ( $P < 0.001$ ), fiber by 31.1% ( $P < 0.001$ ) and NFE by 4.0% ( $P < 0.001$ ) comparing with the control group.

2. The application of probiotic supplement Entero-active for the broilers' feeding increases the availability of essential amino acids, i.e. lysine by 4.8% ( $P < 0.001$ ), histidine by 3.8% ( $P < 0.001$ ), arginine by 4.9% ( $P < 0.001$ ), threonine by 7.5% ( $P < 0.001$ ), valine by 4.1% ( $P < 0.001$ ), methionine by 2.6% ( $P < 0.001$ ), isoleucine by 7.6% ( $P < 0.001$ ) compared with the control indicator.

3. It was found the absorption of Ca, P, Mg, Mn, increases respectively, by 23.5% ( $P < 0.001$ ), 6.9% ( $P < 0.05$ ), 12.2% ( $P < 0.01$ ), and by 33.1% ( $P < 0.001$ ) under the action of probiotics.

4. The Entero-active probiotic application in the diet of broiler chickens increases the pre-slaughter live weight by 16.7% ( $P < 0.01$ ), the weight of ungutted carcasses by 15.0% ( $P < 0.01$ ) and gutted carcasses by 17.3% ( $P < 0.05$ ), feed costs per 1 kg increase by 12.9%, relative to control.

### References

- Alavi S.A., Zakeri A., Kamrani B., Pourakbari Y. 2012. Effect of probiotics, probiotics, acidifier, growth promoter antibiotics and synbiotics on humoral immunity of broiler chickens. *Global Vet.*, 8. 612–617.
- Balukh, N. 2016. Probiotyky ta ferment u ratsionakh broileriv [Probiotic and enzyme in broiler diets]. – *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 4(1): 23-26. [in Ukrainian].
- Barrow P. A. 1992. Probiotics for chickens. *The Scientific Basis*. Chapman and Hall. London. 225–257 p.
- Belova, N., Yezhova O., Kornilova V., Maslov M. 2009. Vliyanye probiotykov y vytamyna S na yspozovanye pytatelynykh veshchestv korma [The effect of probiotics and vitamin C on the use of feed nutrients]. - *Poultry keeping*. No. 5: 16-18. [in Ukrainian].
- Chudak R.A., Kazmiruk L. V. 2020. Productivity and metabolism in broilers under the action of compound feeds of different composition. *Slovak international scientific journal. Slovakia: Bratislava*. № 46. Vol. 1. P. 58-64. (in Ukrainian)
- Chudak R.A., Poberezhets Y.M., Vozniuk O.I., Dobronetska V.O. 2019. Echinacea pallida extract effect on quails meat quality. *Ukrainian journal of ecology*. Vol 9, No 2. P. 151-155. (in Ukrainian).
- Chudak R.A., Ushakov V.M., Poberezhets Y.M., Lotka H.I., Polishchuk T.V., Kazmiruk L.V. 2020. Effect of Echinacea pallida supplementation on the amino acid and fatty acid composition of Pharaoh Quail meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10 (2). P. 302-307. DOI: 10.15421/2020\_101. DOI: <http://dx.doi.org/10.15421/201680>. (in Ukrainian)
- Dunkley C. 2008. The Use of Probiotics and Prebiotics in Poultry Feeds. *Feed and Nutrition*. May. P. 25 – 28.
- Fedorchenko, A. 2017. Probiotyky dlia broilera [Probiotics for broiler]. - *Our Poultry*. №3: 35-48. [in Ukrainian].
- Ibatullin I. I., Zhukorskyi O. M., Bashchenko. I., et al. 2017. Methodology and organization of scientific research in animal husbandry. *Kyiv: Ahrar. Nauka*. 327 p. (in Ukrainian).
- Kozyr V. S., Svezhentsov A. I. 2002. Practical methods of research in animal husbandry. *DA: Art Press*. 354 p. (in Ukrainian).
- Levchenko V. I., Vlizlo V. V., Kondrakhin I. P. et al. 2002. *Veterinary clinical biochemistry*. Bila Tserkva. 400 p. (in Ukrainian).
- Mookiah S., Sieo C.C., Ramasamy K., Abdullah N., Ho Y.W. 2014. Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens. *J. Sci. Food Agric.*, 94, 341–348.
- Otchenashko, V.V. 2012. Vykhyd produktiv zaboivu ta kharchova tsinnist miasa perepeliv za vykorystannia kombikormiv z riznymy rivniamy enerhii [Yield of slaughter products and nutritional value of quail meat using compound feeds with different energy levels]. – *Modern poultry farming*. № 5: 5–9. [in Ukrainian].
- Park J. H., Kim I. H. 2014. Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks. *Poult Sci*, 93(8), 2054–2059.
- Patreva, L.S., Shevchenko T.V. 2010. Vplyv probiotyky «Baikal EM-1» na morfologichnyi sklad tushok kachok [Influence of probiotic "Baikal EM-1" on the morphological composition of duck carcasses]. – *Agricultural Science and Food Technology. Animal Feeding and Feed Technology*. № 4 (44): 143–145. [in Ukrainian].
- Plohinskiy N. A. 1969. Guide for biometrics for livestock breeders. *M.: Kolos*. 256p.
- Podolian Yu. M. 2016. Influence of probiotic on productivity of broiler chickens. *Biological journal of the Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky*. Vol. 6 (3). P. 141-148. (in Ukrainian).
- Podolian Yu. N. 2017. Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol 7, № 1. P. 61 – 65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15421/20178>. (in Ukrainian).
- Salim, H.M., Kang, H.K., Akter, N., Kim, D.W., Kim, J.H. 2013. Supplementation of Direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance, immune response, cecal microbial population and ileal morphology of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 92, 2084–2090.
- Shtainer T., Nikol R., Zasiakin M. 2010. Stimulate the growth of birds naturally. *Our Poultry Farming*. March. P. 30 – 31.
- Sobolev, O. I., Gutty, B. V., Soboliev, S. V., Borshch, O. O., Liskovich, V. A., Prystupa, O. I., Demus, N. V., Paladiychuk, et al. 2019. Chemical composition, energy and biological value of broiler chicken meat caused by various doses of selenium. *Ukrainian Journal of Ecology*. №9 (4). P. 622-627. ISSN 2523-4692. (in Ukrainian).
- Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A. 2012. Prebiotic fructans and organic acids as feed additives improving mineral availability. *World's Poult. Sci. J.*, 68(2), 269–279.
- Wondwesen, A., Moges S. 2017. Review on Application of Probiotics in Poultry. - *Production British Journal of Poultry Sciences* 6 (3): 46-52.
- Xiaolu Liu, Hai Yan, Le Lv, Qianqian Xu, Chunhua Yin, Keyi Zhang, Pei Wang, Jiye Hu 2012. Growth Performance and Meat Quality of Broiler Chickens Supplemented with *Bacillus licheniformis* in Drinking Water. *Asian-Australas J Anim Sci*. May; 25(5), 682–689.