

Свідоцтво про державну реєстрацію: № KB 21158-10958ПР від 23.01.2015.

Проблематика: фізіологія і біохімія, ветеринарна медицина, живлення та годівля, розведення і селекція тварин, морфологія, клітинна та молекулярна біологія, імунологія, генетика, екологія і токсикологія, цитологія, мікробіологія та біотехнологія; огляди актуальних проблем біології; методичні роботи, в яких описано нові або вдосконалені методи досліджень; статті з історії біологічної, ветеринарної та сільськогосподарської наук, що висвітлюють еволюцію ідей, виникнення і розвиток наукових шкіл або присвячені творчим портретам учених; дискусійні статті рецензій на нові книги та на журнальні публікації; наукова хроніка.

Засновник: Інститут біології тварин НААН.

Рік заснування: 1998. **Періодичність:** 4 рази на рік.

Мова видання: українська, англійська.

Науковий журнал «Біологія тварин» індексується у *The Index Copernicus International, Google Scholar, Cross Ref, WorldCat.*

Certificate of print media State registration: No. KB 21158-10958ПР of 23.01.2015.

Aims and Scope: physiology and biochemistry, veterinary medicine, nutrition and feeding animals, breeding and selection, morphology, cellular and molecular biology, immunology, genetics, ecology and toxicology, cytology, microbiology, biotechnology; reviews on actual problems of biology; methodical works describing new or improved research methods; articles about the history of biological, agricultural and veterinary sciences highlighting the evolution of ideas, the conception and development of scientific schools or dedicated to creative portraits of scientists; discussion reviews of the new books and the journal publications; scientific chronicle.

Founder: Institute of Animal Biology NAAS of Ukraine.

Published since: 1998. **Periodicity:** 4 times per year.

Language: Ukrainian, English.

The scientific journal "The Animal Biology" is included in: *The Index Copernicus International, Google Scholar, CrossRef, WorldCat.*

Головний редактор: Салига Ю. Т., д. біол. н.

Науковий редактор: Вудмаска І. В., д. с.-г. н.

Відповідальний секретар: Грабовська О. С., к. біол. н.

Комп'ютерна верстка: Судин К. Ю.

Editor-in-chief: Yuriy Salyha, Dr. Sc.

Scientific Editor: Ihor Vudmaska, Dr. Sc.

Editorial secretary: Olexandra Grabovska, PhD.

Page layout: Kateryna Sudyn.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Салига Юрій Тарасович, Інститут біології тварин НААН (Україна) — Голова колегії, головний редактор
Вудмаска Ігор Васильович, Інститут біології тварин НААН (Україна) — заступник головного редактора

Антоняк Галина Леонідівна, Львівський національний університет імені І. Франка (Україна)

Бартлевський Павел, Ветеринарний коледж Онтаріо, Гуелфський університет (Канада)

Білий Ростислав Олександрович, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (Україна)

Войтюк Олександр, Уппсальський університет (Швеція)

Віщур Олег Іванович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Гавриляк Вікторія Василівна, Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

Гжегоцький Мечислав Романович, Львівський національний медичний університет ім Данила Галицького (Україна)

Гладій Михайло Васильович, Національна академія аграрних наук України (Україна)

Гунчак Алла Володимирівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Доліба Микола, Пенсильванський університет (США)

Жукорський Остап Мирославович, Національна академія аграрних наук України (Україна)

Заячківська Оксана Станіславівна, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (Україна)

Іскра Руслана Ярославівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Калачнюк Лілія Григорівна, Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)

Кльоцек Чеслав, Сільськогосподарський університет імені Гуго Коллонтая у Кракові (Польща)

Ковальскі Зигмунд, Сільськогосподарський університет імені Гуго Коллонтая у Кракові (Польща)

Ковальчук Ірина Іванівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Корпан Ярослав Ізидорович, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України (Україна)

Коцюмбас Ігор Ярославович, Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок (Україна)

Кришталь Олег Олександрович, Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України (Україна)

Кулік Джордж, Медичний центр Університету Вейк Форест (США)

Лесик Ярослав Васильович, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (Україна)

Луговий Богдан, Університет Маунт Сент Вінсент (Канада)

Лушак Володимир Іванович, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (Україна)

Мадіч Алла Всеволодівна, Кембриджський університет (Великобританія)

Мароунек Мілан, Інститут тваринництва (Чехія)

Медина Ігор, Середземноморський інститут нейробіології (Франція)

Мудрон Павел, Університет ветеринарної медицини та фармації в Кошице (Словаччина)

Муравські Мацей, Сільськогосподарський університет імені Гуго Коллонтая у Кракові (Польща)

Остапів Дмитро Дмитрович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Півнева Тетяна Андріївна, Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України (Україна)

Снітинський Володимир Васильович, Львівський національний аграрний університет (Україна)

Стапай Петро Васильович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Стибель Володимир Володимирович, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (Україна)

Стойка Ростислав Степанович, Інститут біології клітини НАН України (Україна)

Тизьо Роман, Середземноморський інститут нейробіології (Франція)

Федорович Єлизавета Іллівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Федорук Ростислав Степанович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Шаран Микола Михайлович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Адреса редакції: Інститут біології тварин НААН,
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна.
Тел./ Факс: (+38 032) 260-07-95, (+38 032) 270-23-89.
Електронна скринька: editor_j@inenbiol.com.ua.
Веб-сторінка: <http://aminbiol.com.ua>

Editorial Office: Institute of Animal Biology NAAS,
38 Stus str., Lviv, 79034, Ukraine.
Tel. / Fax: (+38 032) 260-07-95, (+38 032) 270-23-89.
E-mail: editor_j@inenbiol.com.ua.
Website: <http://aminbiol.com.ua>



ІНСТИТУТ
БІОЛОГІЇ
ТВАРИН
НААН

ISSN 1681-0015 (print)

ISSN 2313-2191 (online)

DOI: 10.15407/animbiol

БІОЛОГІЯ ТВАРИН

The ANIMAL BIOLOGY

2022 ▪ Volume 24 ▪ Issue 2 ▪ Issue DOI: 10.15407/animbiol24.02

EDITORIAL COUNCIL

Yuriy Salyha, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine) — Head of the council, editor-in-chief
Ihor Vudmaska, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine) — deputy chief editor

Halyna Antonyak, Ivan Franko National University of Lviv (Ukraine)
Pawel Bartlewski, Ontario Veterinary College, University of Guelph (Canada)
Rostyslav Bilyy, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)
Nicolai M. Doliba, University of Pennsylvania (United States)
Yelyzaveta Fedorovych, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Rostyslav Fedoruk, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Mykhailo Gladij, The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Ukraine)
Mechyslav Gzhegotskyi, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)
Viktoriia Havryliak, Lviv Polytechnic National University (Ukraine)
Alla Hunchak, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Ruslana Iskra, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Liliia Kalachniuk, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine)
Czesław Kłoczek, University of Agriculture in Kraków (Poland)
Yaroslav Korpan, Institute of Molecular Biology and Genetics NAS of Ukraine (Ukraine)
Igor Kotsyumbas, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives (Ukraine)
Iryna Kovalchuk, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Zygmunt Maciej Kowalski, University of Agriculture in Kraków (Poland)
Oleg Krishtal, Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine (Ukraine)
George Kulik, Wake Forest University (United States)
Yaroslav Lesyk, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University (Ukraine)
Bohdan Luhovyy, Mount Saint Vincent University (Canada)
Volodymyr Lushchak, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (Ukraine)
Alla Madich, University of Cambridge (United Kingdom)
Milan Marounek, Institute of Animal Science (Czech Republic)
Igor Medina, Mediterranean Institute of Neurobiology (France)
Pavol Mudroň, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice (Slovak Republic)
Maciej Murawski, University of Agriculture in Kraków (Poland)
Dmytro Ostapiv, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Tatyana Pivneva, Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine (Ukraine)
Mykola Sharan, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Volodymyr Snityns'kyi, Lviv National Agrarian University (Ukraine)
Petro Stapay, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Rostyslav Stoika, Institute of Cell Biology NAS of Ukraine (Ukraine)
Volodymyr Stybel, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Ukraine)
Roman Tyzio, Mediterranean Institute of Neurobiology (France)
Oleg Vishchur, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)
Oleksandr Voytyuk, Uppsala University (Sweden)
Oksana Zayachkivska, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)
Ostap Zhukorskyi, The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Ukraine)

ЗМІСТ

<i>Budakva Ye. O.</i> Determination of the genetic structure of pro-maternal pig breeds of Irish selection using mitochondrial DNA markers.....	3
<i>Хижняк С. В., Велинська А. О., Біщук Є. В., Войціцький В. М.</i> Елементний склад тканин печінки та нирок щурів за впливу фунгіцидів	9
<i>Кустуров В. Б., Брошков М. М.</i> Показники клітинної ланки імунітету у серопозитивних та серонегативних котів за токсоплазмозу	14
Тези доповідей XX Всеукраїнської науково-практичної молодих вчених, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НААН, заслуженого діяча науки і техніки України Макара Івана Арсентійовича (19 травня 2022 року, м. Львів).....	21

CONTENTS

<i>Budakva Ye. O.</i> Determination of the genetic structure of pro-maternal pig breeds of Irish selection using mitochondrial DNA markers.....	3
<i>Khyzhnyak S. V., Velinskaya A. O., Byschuk E. V., Voitsitskiy V. M.</i> Elemental composition of liver and kidney tissues of rats under the influence of fungicides	9
<i>Kusturov V., Broshkov M.</i> Immunogram indices in seropositive and seronegative cats for <i>Toxoplasma gondii</i>	14
Abstracts of reports of the XX All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 90 th anniversary of birth of Doctor of biological sciences, professor Ivan Makar (May 19 th , 2022, Lviv, Ukraine)	21



Determination of the genetic structure of pro-maternal pig breeds of Irish selection using mitochondrial DNA markers

Ye. O. Budakva

budakvayelyzaveta@gmail.com

Institute of Pig Breeding and Agricultural Production NAAS,
1 Shvedska str., Poltava, 36013, Ukraine

Traditionally, the mitochondrial genome is characterized as a “molecular clock” for tracking the history of phylogeny along the maternal line. Particular attention is paid to the distribution of mitochondrial DNA haplotypes among commercial pigs (Large White × Landrace) × Maxgro from RPE “Globinsky Pig Farm”, Globyno town, Poltava region, Ukraine. For the study of the genetic structure of the pigs’ hybrid markers of mitochondrial DNA — a maternal type of inheritance was used. DNA markers are a convenient tool for investigating the origin of pro-maternal pig breeds. Application of multiplex analysis PCR-RFLP (*Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism*) when examining the variable area of the D-loop between sites 15558–15917 mitochondrial genome of hybrid pigs made it possible to determine the pro-maternal haplotypes of the experimental sample (n=20). Thus, according to the multisite system developed by Pochernyaev K. F., determination of mitochondrial haplotypes of pigs, which are denoted by Latin letters from A to P allowed to determine the true pro-maternal haplotypes of the experimental sample of pigs (n=20), as evidenced by the presence of the *Tas I* website in the above-mentioned provisions what actually determine the haplotypes of mitochondrial DNA. According to the results of the study defined haplotypes characterize different breeds, namely 4 animals with haplotype C — Landrace (Ukraine, Poland). 6 pigs have mitochondrial haplotype N — Large White (Asian type) and 7 pigs with mitochondrial haplotype O — Landrace. 1 animal with haplotype G — wild pig and cross-border breed Wales (Italy). 2 representatives of haplotype D — not found among the breeds of domestic pigs. According to the established pro-maternal haplotypes of hybrid pigs, animals-carriers of haplotype O are representatives of Scandinavian female pigs F₁ as used in uterine herds in Sweden and Ireland with the participation of the Maxgro terminal parent line in the hybridization system. Identified mitochondrial haplotypes were found to be breed-specific to hybrid pigs of Irish breeding, this is confirmed by the established polymorphism of the mitochondrial genome which is an objective marker even in complex hybridization schemes. The work was done with the support of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine 31.01.00.07.F. “Investigate the pleiotropic effect gens that the SNP use in marker-associated pig breeding”. DR no. 0121U109838. Following the example of the developed systematization of the combination of restricted fragments by Pochernyaev K. F. in the future, I propose to create a database of reference haplotypes of mitochondrial DNA of pigs’ final hybrid. In the future, it will be used in further research to reconstruct the demographic history of commercial pigs of cross-border breeds.

Key words: pigs, final Irish hybrid, (Large White × Landrace) × Maxgro, mitochondrial DNA, haplotype, PCR-RFLP

The maternally inherited mitochondrial genome (mtDNA) is necessary for the biochemical process of oxidative phosphorylation (OXPHOS), which generates most of the cellular energy (ATP) [17]. The pig (*Sus scrofa domestica*) mitochondrial genome consists of 16,679 bp in size. The mitochondrial genome looks like

an annular double-stranded molecule. The mitochondrial genome encodes 13 of the 90+ subunits of the electron transfer chain, 22 tRNAs, and 2 rRNA,s and has one non-coding variable region — the D-loop. The variable region of the D-loop of the mitochondrial genome of the pig interacts with nuclear factors that transcribe

and replicate mtDNA [17–19]. Characteristic of the mitochondrial genome is the presence of a hypervariable region — D-loop, which is used in molecular genetics to identify maternal hereditary patterns, the transmission of mitochondrial DNA (mtDNA) in a number of generations, and most importantly the evolutionary history of migration worldwide [9, 12]. Over billions of years, various maternal lines of representatives (*Sus scrofa*) have experienced evolutionary development based on their mtDNA sequences. Thus, the polymorphism of mtDNA historically determines the specific sequence of the pig genome, it characterizes the mitochondrial genome of an individual organism — haplotype. It is known that the mitochondrial sequences of animals evolve rapidly, and the location of their genes often remains unchanged over long periods of evolutionary time [1]. There are at least six species of the Genus *Sus*, of which *Sus scrofa* shows the largest geographic distribution. Scientists it is estimated that around 3.0–3.5 million years ago *Sus scrofa* emerged from South East Asia and colonized Asia, Europe, and North Africa [4, 11]. Eurasian domestic pigs were subsequently transported to Oceania, Africa, and America explaining the current worldwide distribution of *Sus scrofa* [10]. Pigs were independently domesticated in Asia and Europe and subsequently selected for traits valuable to humans for thousands of years. The resulting European (English) breeds, thanks to their improved production characteristics, subsequently became the founders of several currently recognized international commercial pig breeds [3]. Pig breeds around the world have well-defined origins, in some cases cross breedings from populations of different origins. In addition, it is likely that human migrants transported domesticated pigs to different geographic locations. As a result of migration, the share of subspecies of wild pigs was the result of taming (domestication process), which led to between-breeding hybridization the result of which are modern cross-border breeds of pigs, who are representatives of the pro-maternal genetic structure of the subspecies of wild pigs.

Assessing the breeding and genetic structure of modern lines of hybrid pigs is an important necessity in order to preserve the diversity of pigs of local and foreign breeds. As an example, to determine the phylogenetic relationship between Croatian autochthonous breeds of pigs, some Asian and European pigs became possible only in the study of the mitochondrial genome. This indicates that polymorphism of the variable region D-loops sequence is characterized by a high degree of genetic variability in ethno-historical aspects [5].

In a scientist-led study of wild boar phylogeny and phylogeography in six countries of Central and Eastern Europe based on 101 complete mitogenome sequences, 29 new haplotypes were identified. Among the 548 mtDNA control region sequences (D-loop) analyzed, the scientists identified 19 different haplotypes. Mitochondrial genomic analysis has allowed scientists to identify seven phylogenetic clades of the wild boar — in the geographical area from North Africa to the main-

land of Europe, to Dagestan in the North Caucasus. Thus, the clades from Italy and Dagestan are representatives of the old evolutionary branch. The Italian clade is a sister haplogroup to the boar clade from Europe and North Africa [13]. Since the representatives of subspecies (*Sus scrofa*) are wild ancestors (*Sus scrofa domesticus*). Under the influence of the domestication process of wild pigs, modern commercial lines are the result of hybridization [2, 14]. This piqued the interest of our study. Since the wild boar is the coexisting wild ancestor of the domesticated pig, the genetic structure of domesticated pigs of Irish selection is of growing interest in the academic context.

The purpose of the study was to determine the genetic structure experimental sample (n=20) of hybrid pigs (Large White × Landrace) × Maxgro using polymorphism of the lengths of restriction fragments of mitochondrial DNA.

Materials and Methods

For the study were used pigs of the final hybrid (Large White × Landrace) × Maxgro (n=20) from RPE “Globinsky Pig Farm”, Globyno town, Poltava region, Ukraine. DNA was isolated from bristle samples using *Chelex-100* ion exchange resin [7]. PCR amplification of fragment D-loop located between positions 15558–15758 of the mitochondrial genome, conducted on the amplifier *Tertsyk-2 (DNA-Technologies)* using oligonucleotide primers: forward — MITPRO2F CATACAAATATGTGACCCCAA and reverse — MITPROR GTGAGCATGGGCTGATTAGTC, concentrations of 258.2 μmol and 233.6 μmol. Plasmid 1 kb Ladder DNA was used as a molecular weight marker to read electrophoregrams of amplified samples in 2% agarose gel. Alikvot of PCR product (4 μL) was hydrolyzed with *Tas I* endonuclease (*Thermo Scientific™*). DNA amplification and hydrolysis products were analyzed in 8% polyacrylamide gel in an electrophoretic device in the 1×TBE buffer. As a marker of molecular weight, pBR322 DNA/*MSPI* plasmids was used. Visualization of amplification and restriction products was carried out by painting with ethidium bromide and photographing on a transilluminator in ultraviolet light (*MicroDOC Gel Documentation* digital camera with UV Transilluminator, *Cleaver Scientific*).

Results and Discussion

To determine the degree of mtDNA genetic diversity among an experimental sample of hybrid pigs (n=20), the variable region of the mitochondrial genome D-loop was investigated by PCR. Five different mitochondrial haplotypes have been identified. Identified haplotypes of the studied sample of pigs (Large White × Landrace) (n=20) indicate that each sow (mother) is a descendant

of one of the five common ancestors. Based on the results obtained experimental samples of the studied pigs, five mtDNA haplotypes are representative of the commercial lines and cover different breeds of pigs. European pig breeds consist of pigs with Asian and non-Asian mitochondria, some of which are descended from closely related maternal ancestors [6, 17].

Thus, analyzed the site of the D-loop of the mitochondrial genome of a pig measuring 428 bp (with *Tas I* recognition sites in positions 15558, 15580, 15616, 15714, 15758 bp). Thanks to the multi-site system for determining the mitochondrial haplotypes of pigs developed by K. F. Pochernyaev (table) [8, 15, 17], 5 mitochondrial haplotypes were identified.

Table. The scheme of characteristics of mitochondrial haplotypes of a pig, defined by single-nucleotide polymorphisms for the use of endonuclease *Tas I*

№ no.	Haplo-type	Polymorphic positions of the fragment D-loops of the pigs' mitochondrial genome (endonuclease <i>Tas I</i> (AATT))					The size of DNA restriction fragments, bp						
		15558	15580	15616	15714	15758							
1	A	T	C	C	C	C	406	22					
2	B1	T	T	C	C	C	383	23	22				
3	B2	A	T	C	C	C	383	45					
4	C	T	C	T	C	C	346	60	22				
5	D	T					346	37	23	22			
6	E	T	C	C	T	C	247	159	22				
7	F						247	136	23	22			
8	G	T	C	T	T	C	247	99	60	22			
9	H	T					247	99	37	23	22		
10	I	T	C	C	C	T	203	203	22				
11	J1	A	T	C	C	T	203	180	23	22			
12	J2	T	T	C	C	T	203	180	45				
13	K						203	159	44	22			
14	L	T	C	T	C	T	203	143	60	22			
15	M	T	T	T	C	T	203	143	37	23	22		
16	N	T	T	C	T	T	203	136	44	23	22		
17	O	T	C	T	T	T	203	99	60	44	22		
18	P	T	T	T	T	T	203	99	44	37	23	22	

Representatives of the haplotype (N) of a large white breed were grouped with Asian pigs which indicates that those pro-maternal Asian pigs were involved in the development of the hybrid young pigs we studied. European breeds of pigs consist of pigs with mitochondria of Asian and non-Asian type, some of which were formed from closely related maternal ancestors, which are descended from the wild descendants of pigs inhabiting Asia and Europa, grouped with Asian pigs, demonstrating the Asian origin of their mitochondria. Landrace, Hampshire and Wales grouped with subspecies of wild pig, which indicates that subspecies of wild pigs participated in the development of these breeds, according to the established haplotype (C) inhabiting Ukraine and Poland.

Representatives of haplotype G-inhabiting Italy are wild pigs and pigs of the transboundary breed Wales.

As you know, the ancestor of the pig breed Wales is the Large White Breed. Wales pigs or also called "Italian Landrace" were bred in England and in Denmark at the end of the nineteenth century as a result of crossing Landrace boars with Wales pigs, the livestock of which was brought to Italy after World War II, this is confirmed by representatives of haplotype (G) — (n=1) (fig.).

This is the second-largest breed of pigs in Italy after the Large white. Pigs Wales are the result of a cross-border commercial breed, because it is widely used in complex interbreeding crossbreeding programs. "Italian Landraces" effectively improved pig productivity in Italy, as they interbred with breeds of Scandinavian roots and native (local) pigs. Representatives of haplotype (C) and (G) are demanding commercial lines in modern breeding — bacon direction of productivity.

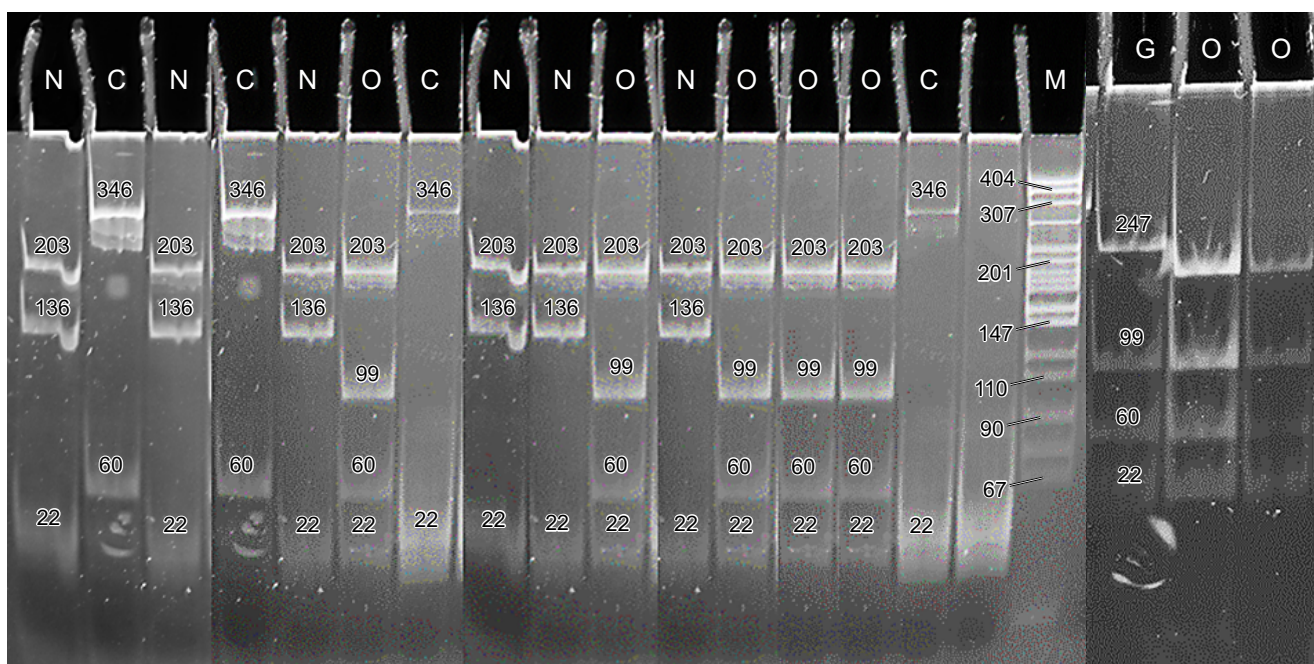


Fig. Results of electrophoretic fractionation in 8% PAAG amplified in PCR and hydrolyzed using endonuclease *Tas I* mitochondrial DNA of pigs of the final hybrid (LW× L) × Maxgro: M — molecular weight marker pBR322 DNA/Msp I.

Landrace, a subspecies of Wild pig with haplotype (O) inhabiting Scandinavian. The Sweden Landrace is popular as a breeding and commercial herd core. Landrace is one of the transboundary breeds worldwide, in demand for export. The export of genetic material is accordingly explained by the migration of this breed, especially to England, Ireland and Northern Ireland. The popularity of the genetic bank of Irish selection is explained by the fact that most of the pigs F_1 (Scandinavian Landrace × Yorkshire) produced in nucleus herds in Sweden, and (Scandinavian Landrace × Maxgro) in the nucleus herds of Ireland.

Because the mitochondrial genome is usually inherited only through the maternal line, genetic diversity at the mtDNA representatives of subspecies of wild and domesticated pigs' level is likely to be limited by existing lines. Therefore, one haplotype of the mitochondrial genome is unlikely to indicate a specific breed, it is likely that several breeds have the same mtDNA haplotype.

The studied pig population allows us to observe the influence of modern breeding features of agriculture on the diversity of the specific mitochondrial genome, and what is the evolutionary result of breed formation. This is important for understanding how modern human society was shaped by agricultural practice. Based on mtDNA sequences, it follows that European wild pigs were hybridized with domesticated Middle Eastern pigs. Moreover, in the early stages of domestication, offspring with the same mtDNA haplotype may have possessed both wild and more domesticated traits, depending on their chromosomal genes [17]. Two animals with mitochondrial haplotype (D) (not found among the breeds of domestic pigs) are also an example of this.

As a hypothesis, it can be assumed that many haplotypes of the mitochondrial genome of subspecies of wild pigs were inadvertently eliminated in the process of domestication. Modern hybrid pigs are the result of hybridization in generations and the evolutionary development of the domestication process. Thus, mtDNA haplotypes are an invaluable source for studying the history of ethnic origin and development along the maternal line, monitoring of selection and genetic selection of descendants of pigs that are carriers of a valuable branch of the pro-maternal basis.

Conclusion

1. Through the use of mitochondrial DNA markers in the study of the variable site of the D-loop of hybrid pigs, five different pro-motherly haplotypes were identified: 4 animals with haplotype C — Landrace (Ukraine, Poland). 6 animals with haplotype N — Large White (Asian type) and 7 with haplotype O — Landrace. 1 animal with haplotype G — wild pig and cross-border breed Wales (Italy). 2 representatives of haplotype D — not found among the breeds of domestic pigs.

2. It was found that haplotype O is also a haplotype of Scandinavian pigs F_1 , because it is used in the nucleus herds of Sweden and Ireland with the participation of the terminal paternal line of Maxgro in the hybridization system.

3. This study highlights the potential contribution of genetic variation in pro-maternal basis pigs to the genetic diversity of modern domesticated commercial pigs. A modern commercial line that resulted from (Large White × Landrace) × Maxgro as a hybrid young.

Prospects for Further Research

Maxgro Pigs (♂) × [Landrace (♂) × Large White (♀)], Maxgro (♂) × [Large White (♂) × Landrace (♀)] is a popular hybrid pig that makes the most of heterosis in the world. Continue research on the determination of mitochondrial haplotypes of X-maternal and Y-paternal basis in order to determine the associations of haplotypes with signs of fattening productivity of hybrid pigs.

- Boore JL. Animal mitochondrial genomes. *Nucl. Ac. Res.* 1999; 27 (8): 1767–1780. DOI: 10.1093/nar/27.8.1767.
- Choi SK, Lee JE, Kim YJ, Min MS, Voloshina I, Myslenkov A, Oh JG, Kim TH, Markov N, Seryodkin I, Ishiguro N, Yu L, Zhang YP, Lee H, Kim KS. Genetic structure of wild boar (*Sus scrofa*) populations from East Asia based on microsatellite loci analyses. 2014; 15 (85): 5482. DOI: 10.1186/1471-2156-15-85.
- Giuffra E, Kijas JMH, Amarger V, Carlborg Ö, Jeon JT, Andersson L. The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genet.* 2000; 154 (4): 1785–1791. DOI: 10.1093/genetics/154.4.1785.
- Groenen MAM, Archibald AL, Uenishi H, Tuggle CK, Takeuchi Y, Rothschild MF, Rogel-Gaillard C, Park C, Milan D, Megens HJ, Li S, Larkin DM, Kim H, Frantz LAF, Caccamo M, Ahn H, Aken BL, Anselmo A, Anthon C, Auvi L, Badaoui B, Beattie CW, Bendixen C, Bertram D, Blecha F, Blomberg J, Bolund L, Bosse M, Botti S, Buijie Z, Bystrom M, Capitanu B, Carvalho-Silva D, Chardon P, Chen C, Cheng R, Choi SH, Chow W, Clark RC, Clee C, Crooijmans RPMA, Dawson HD, Dehais P, De Sapio F, Dibbits B, Drou N, Du ZQ, Eversole K, Fadista J, Fairley S, Faraut T, Faulkner GJ, Fowler KE, Fredholm M, Fritz E, Gilbert JGR, Giuffra E, Gorodkin J, Griffin DK, Harrow JL, Hayward A, Howe K, Hu ZL, Humphray SJ, Hunt T, Hornshøj H, Jeon JT, Jern P, Jones M, Jurka J, Kanamori H, Kapetanovic R, Kim J, Kim JH, Kim KW, Kim TH, Larson G, Lee K, Lee KT, Leggett R, Lewin HA, Li Y, Liu W, Loveland JE, Lu Y, Lunney JK, Ma J, Madsen O, Mann K, Matthews L, McLaren S, Morozumi T, Murtaugh MP, Narayan J, Nguyen DT, Ni P, Oh SJ, Onteru S, Panitz F, Park EW, Park HS, Pascal G, Paudel Y, Perez-Enciso M, Ramirez-Gonzalez R, Reecy JM, Rodriguez-Zas S, Rohrer GA, Rund L, Sang Y, Schachtschneider K, Schraiber JG, Schwartz J, Scobie L, Scott C, Searle S, Servin B, Southey BR, Sperber G, Stadler P, Sweedler JV, Tafer H, Thomsen B, Wali R, Wang Jian, Wang Jun, White S, Xu X, Yerle M, Zhang G, Zhang J, Zhang J, Zhao S, Rogers J, Churcher C, Schook LB. Analyses of pig genomes provide insight into porcine demography and evolution. *Nature.* 2012; 491 (7424): 393–398. DOI: 10.1038/nature11622.
- Gvozdanović K, Margeta V, Margeta P, Kušec ID, Galović D, Dovč P, Kušec G. Genetic diversity of autochthonous pig breeds analyzed by microsatellite markers and mitochondrial DNA D-loop sequence polymorphism. *Anim. Biotechnol.* 2019; 30 (3): 242–251. DOI: 10.1080/10495398.2018.1478847.
- Kim KI, Lee JH, Li K, Zhang YP, Lee SS, Gongora J, Moran C. Phylogenetic relationships of Asian and European pig breeds determined by mitochondrial DNA D-loop sequence polymorphism. *Anim. Genet.* 2002; 33 (1): 19–25. DOI: 10.1046/j.1365-2052.2002.00784.x.
- Korinnyi SM, Pochernyaev KF, Balatsky VM. Animal hair is a convenient object of DNA excretion for analysis using PCR. *Vet. Biotechnol. Bull. IWM UAA.* 2015; 7: 80–83. (in Ukrainian)
- Kubejko J, Clop A, Balatsky V, Pochernyaev K, Eghbalsaid S, Amills M. Mitochondrial DNA variation in Ukrainian wild boars. *Anim. Genet.* 2017; 48 (6): 725–726. DOI: 10.1111/age.12592.
- Kucej M, Butow RA. Evolutionary tinkering with mitochondrial nucleoids. *Trends Cell Biol.* 2007; 17 (12): 586–592. DOI: 10.1016/j.tcb.2007.08.007.
- Larson G, Cucchi T, Fujita M, Matisoo-Smith E, Robins J, Anderson A, Rolett B, Spriggs M, Dolman G, Kim TH, Thuy NTD, Randi E, Doherty M, Due RA, Bollt R, Djubiananton T, Griffin B, Intoh M, Keane E, Kirch P, Li KT, Morwood M, Pedriña LM, Piper PJ, Rabett RJ, Shooter P, Van den Bergh G, West E, Wickler S, Yuan J, Cooper A, Dobney K. Phylogeny and ancient DNA of *Sus* provides insights into neolithic expansion in Island Southeast Asia and Oceania. *PNAS.* 2007; 104 (12): 4834–4839. DOI: 10.1073/pnas.0607753104.
- Larson G, Dobney K, Albarella U, Fang M, Matisoo-Smith E, Robins J, Lowden S, Finlayson H, Brand T, Willerslev E, Rowley-Conwy P, Andersson L, Cooper A. Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. *Sci. (New York).* 2005; 307 (5715): 1618–1621. DOI: 10.1126/science.1106927.
- Moritz C, Dowling TE, Brown WM. Evolution of animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Sys.* 1987; 18: 269–292. DOI: 10.1146/annurev.es.18.110187.001413.
- Niedziałkowska M, Tarnowska E, Ligmanowska J, Jędrzejewska B, Podgórska T, Radziszewska A, Ratajczyk I, Kusza S, Bunevich AN, Danila G, Shkvyria M, Grzybowski T, Woźniak M. Clear phylogeographic pattern and genetic structure of wild boar *Sus scrofa* population in Central and Eastern Europe. *Sci. Rep.* 2021; 11: 9680. DOI: 10.1038/s41598-021-88991-1.
- Oliver WLR, Brisbin IL, Takahashi S. *The Eurasian wild pig (Sus scrofa). Status survey and conservation action plan: pigs, peccaries and hippos.* Chapter 5.2. Ed. by Oliver WLR. 1993, Gland, Switzerland, IUCN: 112–121.
- Pochernyaev KF. Method of determination of mitochondrial haplotypes of pigs. Declaration patent of Ukraine no. A61D7/00 with priority from 16.05.2005, 5: 4 p. (in Ukrainian)
- Pochernyaev KF, Berezovsky MD. *The use of mitochondrial DNA markers to control the authenticity of origin of genealogical structures of sows.* Methodical recommendations. 2014; 24–27. (in Ukrainian)
- Tsai TS, Rajasekar S, St. John JC. The relationship between mitochondrial DNA haplotype and the reproductive capacity of domestic pigs (*Sus scrofa domestica*). *BMC Genet.* 2016; 17 (67): 2952. DOI: 10.1186/s12863-016-0375-4.
- Ursing BM, Arnason U. The complete mitochondrial DNA sequence of the pig (*Sus scrofa*). *J. Mol. Evol.* 2001; 47 (3): 302–306. DOI: 10.1007/PL00006388.
- Xu D, He CQ, He J, Yang H, Ma HM. Mitochondrial DNA sequence of the hybrid of Duroc (♂) × [Landrace (♂) × Yorkshire (♀)] pig. *Mitochondr. DNA.* 2015; 26 (5): 682–683. DOI: 10.3109/19401736.2013.840606.

Визначення генетичної структури проматеринських порід свиней ірландської селекції з використанням мітохондріальних ДНК-маркерів

Є. О. Будакева

budakvayelizaveta@gmail.com

Інститут свинарства і АПВ НААН,

вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, 36013, Україна

Традиційно мітохондріальний геном характеризується як «молекулярний годинник» для відслідковування історії філогенії за материнською лінією. Особливу увагу приділяють розподіленню гаплотипів мітохондріальної ДНК серед комерційних свиней (велика біла × ландрас) × Махгро від ТОВ НВП «Глобинський свиномкомплекс», Полтавська обл., Україна. Для вивчення генетичної

структури фінального гібрида свиней використовують маркери мітохондріальної ДНК — материнського типу успадкування. ДНК-маркери є зручним інструментом для дослідження походження проматеринських порід свиней. Застосування мультиплексного аналізу ПЛР-ПДРФ (*Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism* — PCR-RFLP) у дослідженні варіабельної ділянки D-петлі між сайтами 15558–15917 мітохондріального геному гібридних свиней дозволило визначити проматеринські гаплотипи експериментальної вибірки (n=20). Згідно з розробленою Почерняєвим К. Ф. багатосайтовою системою, визначення мітохондріальних гаплотипів свиней, які позначаються латинськими літерами від А до Р, дозволило визначити істинні проматеринські гаплотипи експериментальної вибірки свиней (n=20), про що свідчить наявність сайту *Tas I* у вищезазначених положеннях. Власне, це і визначає гаплотипи мітохондріальної ДНК. Згідно з результатами проведеного дослідження, визначені гаплотипи характеризують різні породи, а саме 4 тварини з гаплотипом С — ландрас (Україна, Польща). 6 свиней мають мітохондріальний гаплотип N — велика біла (азійський тип), 7 свиней з мітохондріальним гаплотипом О — ландрас. 1 тварина з гаплотипом G — дика свиня і транскордонна порода Уельс (Італія). 2 представники гаплотипа D не знайдені серед тварин свійських порід. Згідно зі встановленими гаплотипами гібридних свиней, успадкованих за материнською лінією, тварини носії гаплотипу О є представниками скандинавських самок свиней F₁, оскільки використовуються у маточних стадах Швеції та Ірландії за участі термінальної батьківської лінії Махрго в системі гібридизації. Визначені мітохондріальні гаплотипи виявились породоспецифічними для гібридних свиней ірландської селекції. Підтвердженням цього є встановлений поліморфізм мітохондріального геному, котрий є об'єктивним маркером навіть за складних схем гібридизації. Роботу виконано за підтримки Національної академії аграрних наук України 31.01.00.07.Ф «Дослідити плейотропний ефект генів, SNP яких використовують в маркер-асоційованій селекції свиней». ДР №0121U109838. За прикладом розробленої систематизації комбінування рестриктних фрагментів Почерняєвим К. Ф. у майбутньому пропонуємо створити базу референтних гаплотипів мітохондріального геному фінальних гібридів свиней. У перспективі це буде використано у подальших дослідженнях для реконструкції демографічної історії комерційних свиней транскордонних порід.

Ключові слова: свині, фінальний ірландський гібрид, (велика біла × ландрас) × Махрго, мітохондріальна ДНК, гаплотип, ПЛР-ПДРФ



Елементний склад тканин печінки та нирок щурів за впливу фунгіцидів

С. В. Хижняк, А. О. Велинська, Є. В. Біщук, В. М. Войціцький

khs2014@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Широке використання фунгіцидів у різних сферах життєдіяльності людини призводить до негативних наслідків як для людини, так і довкілля. У статті наведено результати дослідження гострого впливу на організм щурів системних фунгіцидів, які належать до хімічного класу триазолу, щодо вмісту макро- та мікроелементів у тканинах нирок та печінки. Вміст хімічних елементів визначали методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою. Виявлені зміни вмісту макро- і мікроелементів у тканинах печінки і нирок щурів вказують на тканинну специфічність дії фунгіцидів. Для тканин печінки за впливу фунгіциду, який містить тебуконазол (250 г/дм^3) чи комбінованого фунгіциду, що містить (тебуконазол, 125 г/дм^3 + триадимефон, 100 г/дм^3) встановлено вірогідне ($P < 0.05$) зростання вмісту Калію (K), Кальцію (Ca), Хрому (Cr), Феруму (Fe), Купруму (Cu) та Цинку (Zn). Це може призводити до функціонального навантаження на орган. Для тканини нирок спостерігається вірогідне ($P < 0.05$) зниження вмісту мікроелементів (Zn, Mn, Cr), величини відношення Zn:Cu та збільшення вмісту Fe, що може свідчити про порушення окисного метаболізму в органі, а вірогідне зростання вмісту Ca ($P < 0.05$) — характеризувати порушення проникності клітинних мембран. Виявлені зміни рівня макро- та мікроелементів у тканинах нирок та печінки можуть призводити до дисфункції та порушення ефективності реалізації внутрішньоклітинних контролюючих та ефекторних сигналів.

Ключові слова: фунгіциди, печінка, нирки, елементи, дисбаланс

Стабільність хімічного складу живого організму є однією з необхідних умов його функціонування. Хімічні елементи забезпечують сталість осмотичного тиску, кислотного-лужного балансу, функціонування клітинних мембран, перебіг реакцій обміну речовин тощо. Зокрема, такі елементи, як Калій, Натрій, Магній, Кальцій та Цинк, вкрай необхідні, незамінні для організму, тому їх нестача або надлишок чи порушення міжорганного перероподілу впливає на обмін речовин. З огляду на це, дисбаланс у вмісті макро- та мікроелементів призводить до різноманітних порушень в органах та системах організму [13].

Одним із негативних екологічних чинників впливу на тваринний організм є пестициди (хімічні речовини), які широко використовують у сільському господарстві для покращення якості та урожайності сільськогосподарських культур. Значну частку застосовуваних у світі пестицидів становлять фунгіциди, зокрема сполуки групи триазолів, які використовують для знищення комплексу фітопатогенів грибової етіології, а також як протруйники насіння. Ефективний системний фунгі-

цид тебуконазол належить до триазолів третього покоління. На сьогодні у «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» є понад сто препаративних форм, які містять тебуконазол [10]. Крім того, сучасні комерційні пестицидні формуляції можуть містити кілька діючих речовин, що обумовлює кумулятивний ефект цих речовин на організм через складні синергетичні та антагоністичні реакції [7].

Широке застосування фунгіцидів створює дедалі більшу загрозу щодо забруднення ґрунтів токсичними речовинами, що призводить до їх подальшої міграції трофічними (харчовими) ланцюгами [3]. Зокрема, потрапляння до раціону сільськогосподарських тварин та птиці тебуконазолу призводить до негативного впливу на метаболічні процеси організму, як наслідок — до зниження продуктивності. Встановлено морфологічні прояви інтоксикації щурів, які перорально отримували тебуконазол. Вплив фунгіциду проявляється ознаками дистрофії гепатоцитів, пошкодженням каналцевого епітелію в нирках, а також мікроциркулярними розладами в надниркових залозах [8].

Печінка — основний гомеостатичний орган в тілі. Порушення її функціонування призводить до дисбалансу білкового та ліпідного обміну, зниження біотрансформації ксенобіотиків, внаслідок чого спостерігається інтоксикація організму [12]. Крім того, печінка є основним органом-депо мінеральних речовин організму, а поряд з нирками відіграє важливу роль у підтриманні обміну речовин. Це зумовлює дослідження макро- та мікроелементного складу тканин печінки і нирок тваринного організму за дії пестицидів.

Мета роботи — дослідити вміст макро- та мікроелементів у тканинах печінки і нирок щурів за гострого впливу фунгіцидів, які містять у своєму складі тебуконазол.

Матеріали і методи

У дослідженнях використано самок щурів *Wistar Han* з масою тіла 210–240 г, яких утримували у стандартних умовах віварію ДУ «Інститут медицини праці НАМН України» за стандартних температурних та світлових умов. Щурів розділили на три групи по 5 тварин у кожній: 1 група — контрольна, 2 і 3 — дослідні. Тваринам 2- та 3-ї груп за допомогою металевого зонду вводили одноразово перорально 1200 мг/кг водної емульсії відповідних пестицидних формуляцій тебуконазолу. Через 14 діб досліджень тварин виводили з експерименту декапітацією за легкої анестезії. В експерименті використовували печінку та нирки. Маніпуляції з тваринами здійснено відповідно до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, 1986).

У роботі використано зареєстровані в Україні системні фунгіциди у препаративній формі — концентрат, який емульгується (ЕС): АС, що містить тебуконазол, 125 г/дм³ + триадимефон, 100 г/дм³ (група 2) та АК, що містить тебуконазол, 250 г/дм³ (група 3). Діючі речовини належать до хімічного класу триазолі.

Ідентифікацію та кількісне визначення вмісту хімічних елементів у зразках печінки і нирок проводили після кислотного розкладання проб у мікрохвильовій печі та подальшого застосування методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою [4]. Для ідентифікації елементів як внутрішні стандарти використовували мультиелементні стандартні розчини для ІЗП-АЕС *Merck ICP multi-element standard solution IX, XVI*. Використано прилад — спектрофотометр атомно-емісійний з індуктивно-зв'язаною плазмою *IRIS Interpid II XSP (Thermo Elemental, США)*.

Статистичну обробку результатів проводили методом варіаційної статистики за допомогою комп'ютерної програми *Origin 6.0, Excel (Microsoft, США)* з використанням *t*-критерію Ст'юдента. Розраховували середні арифметичні величини (\bar{M}) і похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0.05$.

Результати й обговорення

Проведені дослідження свідчать, що в тканинах печінки та нирок спостерігається найбільший вміст таких макроелементів, як К і Na. Натрій і Калій залучені до функціонування натрій-калієвого насоса, що забезпечує підтримання трансмембранного градієнта цих елементів і пов'язаного з ним активного транспорту метаболітів. За дії фунгіцидів вміст цих елементів у тканинах змінюється різнонаправлено (більш суттєво — в печінці): для К спостерігається зростання, а Na — зниження (табл. 1, 2). Важливою характеристикою елементного статусу є абсолютний вміст та співвідношення елементів [13]. Величина співвідношення (Na:K) у тканинах печінки знижується на 23 і 31%, а нирок — на 12 і 19% для тварин груп 2 та 3 відповідно щодо контролю.

Виявлено зростання вмісту Кальцію для тварин груп 2 і 3 у печінці (на 40 і 70%, $P < 0.05$) та нирках (на 20 та 29%, $P < 0.05$) щодо контролю (табл. 1, 2) — можливо, внаслідок його реабсорбції за дії досліджуваних фунгіцидів, що може свідчити про ушкодження клітинних мембран та зумовлювати їх проникність для іонів [2]. При цьому величина співвідношення (Na:Ca) у тканинах печінки знижується на 49–42%, а нирок — на 22–33% для тварин груп 2 і 3 відповідно. Порушення систем регуляції гомеостазу Кальцію може обумовити низку патологічних станів і призводить до виникнення багатьох захворювань.

Антагоністами іонам кальцію є іони магнію, що регулюють вміст внутрішньоклітинного Кальцію, який виступає тригером багатьох клітинних процесів [2]. За даними клінічних і фундаментальних досліджень, Магній проявляє гепатопротекторну дію, а видалення Магнію з гепатоцитів може бути пов'язане зі зниженням у них вмісту АТФ [9]. На відміну від значного зростання рівня Кальцію, за умов дослідів вміст Магнію в тканинах не змінюється, а величина співвідношення Ca:Mg зростає для тварин груп 2 і 3 на 56 і 31% відповідно для тканин печінки.

Для тканини нирок, на відміну від печінки, встановлено зниження вмісту життєво необхідних мікроелементів — Mn, Cr, Co та Ni (табл. 2), що може свідчити про порушення метаболізму і розвиток патологічного процесу в нирках. Крім того, у печінці та нирках тварин контрольної групи виявлено такі елементи, як Pb та Cd, що належать до важких металів. Вплив фунгіцидів на щурів призводить до зростання накопичення цих елементів у досліджуваних тканинах.

Стосовно Купруму, то головним органом метаболізму цього елементу є печінка, в якій синтезується протеїн церулоплазмін, що є основним транспортним протеїном Cu у крові [6]. Для печінки встановлено накопичення Купруму на 60 та 70 % ($P < 0.05$) у тваринах груп 2 і 3 відповідно.

Одним із багатофункціональних мікроелементів імунної та сечовидільної систем, а також організму

в цілому є Цинк. Цей елемент впливає на різні ланки обміну речовин, також відзначають його стимулювальний ефект на синтез супероксиддисмутази — ключового ферменту системи антиоксидантного

захисту в тканинах тварин [15]. Встановлено зниження вмісту Цинку в тканинах нирок на 27–18% (табл. 2). Водночас вміст цього елемента в печінці зростає на 31–27% (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст елементів у тканинах печінки щурів у контролі (група 1), за впливу фунгіцидів АС (група 2) та АК (група 3) ($M \pm m$, $n=5$)
Table 1. The content of elements in the rat liver in control (1st group), under the influence of fungicides AC (2nd group) and AK (3rd group), ($M \pm m$, $n=5$)

Елементи Elements	Група 1 (контроль) 1 st group (control)	Група 2 (дослідна) 2 nd group (experimental)		Група 3 (дослідна) 3 rd group (experimental)	
	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	% щодо контролю % to control	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	% щодо контролю % to control
K	2870,0±120,1	3221,0±261,0	112	3421,3±210,1*	119
Na	1121,0±110,1	981,0±50,9	90	910,3±71,0	90
Fe	441,8±26,5	555,5±28,7*	126	550,5±27,4*	125
Mg	188,9±14,8	210,7±10,1	112	207,6±19,7	110
Ca	24,99±1,93	42,71±1,77*	170	35,33±1,61*	140
Zn	27,57±2,35	36,14 ±2,74*	131	35,04±2,56 *	127
Cu	4,10±1,06	6,38±0,65 *	160	6,89±0,56 *	170
Mn	2,08±0,20	2,25 ±0,24	108	2,07±0,29	100
Cr	0,38±0,04	0,44±0,05	116	0,45±0,03*	118
Cd	0,12±0,02	0,14±0,04	117	0,15±0,04	125
Pb	0,10±0,02	0,13±0,02	130	0,11±0,03	110

Примітка. У цій і наступній таблиці вміст елементу в контролі взято за 100%. * — $P < 0,05$ — вірогідність щодо контролю.
Note. In this and the following table the content of the element in the control is taken as 100%. * — $P < 0.05$ — relative to control.

Таблиця 2. Вміст елементів у тканині нирок щурів в контролі (група 1), за впливу фунгіцидів АС (група 2) та АК (група 3) ($M \pm m$, $n=5$)
Table 2. The content of elements in the rat kidneys in control (1st group), under the influence of fungicides AC (2nd group) and AK (3rd group) ($M \pm m$, $n=5$)

Елементи Elements	Група 1 (контроль) 1 st group (control)	Група 2 (дослідна) 2 nd group (experimental)		Група 3 (дослідна) 3 rd group (experimental)	
	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	% щодо контролю % to control	мг/кг сирової маси mg/kg wet weight	% щодо контролю % to control
K	2570,1±205,1	2750,1±216,0	107	2741,1±211,1	107
Na	2091,0±200,0	1951,2±151,0	93	1811,1±150,1*	87
Fe	134,7±26,5	192,1±28,7*	143	178,7±27,5*	133
Mg	166,3±14,9	176,2±10,1	106	177,3±19,76	106
Ca	76,91±1,93	92,51±1,77*	120	99,20±1,61*	129
Zn	40,01±2,35	29,09 ±2,74*	73	32,94±2,56*	82
Cu	11,52±1,06	11,81±0,65	100	13,06±0,56	114
Mn	3,06±0,20	1,62 ±0,14*	52	1,92±0,19*	62
Cr	7,72±0,41	5,45±0,25*	71	6,88±0,36	89
Ni	0,19±0,03	0,14±0,02*	74	0,16±0,02*	84
Co	0,11±0,01	0,10±0,01	91	0,11±0,01	100
Cd	0,41±0,02	0,41±0,04	100	0,38±0,04	93
Pb	0,05±0,02	0,07±0,02*	140	0,08±0,03*	160

У клітинній патології велике значення має розвиток окисного стресу, який можуть ініціювати метали з перемінною валентністю (Fe, Cu, Zn, Mn, Co). Макро- та мікроелементи відіграють вагомий роль у процесах вільнорадикального окиснення. Зокрема, підвищення вмісту Fe може провокувати ПОЛ за пониженої функціональної активності антиоксидантних систем [1]. Отримано результат щодо зростання вмісту Феруму: у печінці — в середньому на 25%, а у нирках — на 43–33% ($P < 0.05$). Причому Fe та Cu активують ланцюги вільнорадикальних реакцій, зокрема окисне ушкодження клітинних культур *in vitro* пов'язують з хронічним навантаженням Cu [5]. З іншого боку, низка мікроелементів (Zn, Cu, Mn) входить до ферментних систем антиоксидантного захисту [1]. У тканинах печінки встановлено зростання вмісту Купруму на 60–70% та Цинку на 27–31% (табл. 1). Концентрація цих мікроелементів значно впливає на активність антиоксидантних ферментів і, отже, на захист від окисного стресу [16]. Для нирок, як зазначали, встановлено зниження вмісту Zn та Mn, що може свідчити про зниження активності антиоксидантних ферментів. Відмічено взаємозв'язок антиоксидантного та мікроелементного статусів [15], що вказує на роль мікроелементів у патогенезі різних захворювань, оскільки саме окисний стрес відіграє провідну роль в розвитку патологічних процесів [1].

Відома роль мікроелементів у процесах програмованої загибелі клітин, зокрема дефіцит Mg та Fe, згідно з гіпотезою програмованої клітинної загибелі, можуть зумовлювати апоптоз та некроз, а вміст Fe, Zn, Se, Mn в оптимальній кількості необхідні для нормальної підтримки клітинного циклу, росту та диференціювання клітин [11, 14]. Залежно від балансу або дисбалансу вмісту елементів, в тканинах переважають процеси регенерації чи загибелі клітин.

Варто зауважити, що за умови надходження до організму щурів фунгіцидів, які містять тебуконазол індивідуально чи у комбінації з триадимефоном, для печінки встановлене зростання вмісту елементів, зокрема K, Ca, Cr, Fe, Cu, Zn, а це характеризує зростання функціонального навантаження на орган. Крім того, збільшення вмісту елементів з перемінною валентністю може призводити до активації окисних процесів в умовах дослідів. Для тканини нирок за впливу досліджуваних фунгіцидів переважає зниження вмісту елементів. При цьому зростання вмісту Ca може характеризувати порушення проникності клітинних мембран, а збільшення вмісту Fe поряд зі зниженням вмісту Zn, Mn та величини Zn:Cu свідчить про активацію окисних процесів.

Таким чином, в умовах надходження до організму щурів фунгіцидів, які належать до хімічного класу триазолу, виявлено тканинозалежні зміни вмісту макро- та мікроелементів, що провокує порушення їхнього обміну. Це може бути основою метаболічних модифікацій, а також причиною дисрегуляторних процесів, змінюючи ефективність реалізації внутрішньоклітинних контролюючих та ефекторних сигналів.

Висновки

1. Надходження до організму щурів фунгіцидів, що містить тебуконазол (250 г/дм³) чи (тебуконазол, 125 г/дм³ + триадимефон, 100 г/дм³), які належать до хімічного класу триазолу, зумовлює зміни вмісту макро- та мікроелементів у печінці та нирках, що відзначається тканинною специфічністю.

2. Для тканин печінки за впливу досліджуваних фунгіцидів встановлено збільшення вмісту макро- та мікроелементів, зокрема K, Ca, Cr, Fe, Cu, Zn, що характеризує зростання функціонального навантаження на орган.

3. Для нирок, переважно за впливу фунгіциду, який містить тебуконазол у комбінації з триадимефоном, спостерігається зниження вмісту життєво необхідних мікроелементів (Mn, Cr, Co та Ni), що вказує на порушення метаболізму в нирках. При цьому зростання вмісту Ca характеризує порушення проникності клітинних мембран, а збільшення вмісту Fe поряд зі зниженням вмісту Zn, Mn та величини відношення Zn:Cu свідчить про активацію окисних процесів.

4. Виявлені зміни вмісту макро- та мікроелементів у тканинах нирок та печінки можуть бути в основі метаболічних змін, а також причиною дисрегуляторних процесів, змінюючи ефективність реалізації внутрішньоклітинних контролюючих та ефекторних сигналів.

Перспективи подальших досліджень

Доцільним є вивчення окисно-антиоксидантного гомеостазу тканин печінки та нирок за впливу фунгіцидів, враховуючи, що саме окисний стрес відіграє ключову роль в розвитку патологічних процесів в організмі.

1. Baraboy VA. *Bioantioxidants*. Kyiv, Book plus; 2006. 462 p. (in Ukrainian)
2. Clapham DE. Calcium signaling. *Cell*. 2007; 131 (6): 1047–1058. DOI: 10.1016/j.cell.2007.11.028.
3. Cunningham M. Use of pesticides: benefits and problems associated with pesticides. *DSST Environmental Science: Study Guide & Test Prep*. Available at: <https://study.com/academy/lesson/use-of-pesticides-benefits-and-problems-associated-with-pesticides.html>
4. DSTU ISO 11885:2005 Water quality. Determination of 33 elements by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma. Accepted 05.10.2005.
5. Gaetke LM, Chow CK. Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. *Toxicol*. 2003; 189 (1–2): 147–163. DOI: 10.1016/S0300-483X(03)00159-8.
6. Ivanitskaya AI, Lesyk YV, Denys HH. Influence of silicon compounds on the mineral elements content in tissues of rabbits' organism. *Biol. Tvarin*. 2019; 21 (4): 31–37. DOI: 10.15407/animbiol21.04.031. (in Ukrainian)
7. Khyzhnyak SV, Baranov YS, Demchenko VF, Voitsitskiy BM. *Pesticides and their ecological and toxicological assessment*. Kyiv, NULES of Ukraine; 2019: 226 p. (in Ukrainian)

8. Kornuta NO, Reshavska OV. Morphological research in the study of the effects of pesticides on the body of pregnant females and fetal development. *Bull. Probl. Biol. Med.* 2011; 2 (2): 132–135.
9. Laires MJ, Monteiro CP, Bicho V. Role of cellular magnesium in health and human disease. *Front. Biosci. (Landmark ed.)*. 2004; 9 (1): 262–276. DOI: 10.2741/1223.
10. List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine. Kyiv, Yunist media, 2018: 1037 p. Available at: <https://agrosience.com.ua>. (in Ukrainian)
11. Maruschak MI, Antonishin IV, Gabor GG, Brzhisky AV. Imbalance influence of microelements on the regulation of apoptosis in rats with alimentary obesity. *Bull. Sci. Res.* 2015; 3: 97–100. DOI: 10.11603/2415-8798.2015.3.5206 (in Ukrainian)
12. Michalopoulos GK, Bhushan B. Liver regeneration: biological and pathological mechanisms and implications. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2021; 18 (1): 40–55. DOI: 10.1038/s41575-020-0342-4.
13. Pogoryelov MV, Bumeyster VI, Tkach GF, Bonchev SD, Sikora VZ, Sukhodub LF, Danylchenko SM. *Macro- and microelements (metabolism, pathology and methods of determination)*. A monograph. Sumy, SumDU. 2010: 147 p. (in Ukrainian)
14. Prasad AS. Zinc: role in immunity, oxidative stress and chronic inflammation. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2009; 12 (6): 646–652. DOI: 10.1097/MCO.0b013e3283312956.
15. Velichko VO. Effectiveness of microelements in the formation of mechanisms of protection of the body under the influence of environmental stress factors. *Sci. Tech. Bull. State Sci. Res. Contr. Inst. Vet. Med. Prod. Fodder Add. Inst. Anim. Biol.* 2021; 22 (1): 61–67. DOI: 10.36359/sci.vp.2021-22-1.05. (in Ukrainian)
16. Wołonciej M, Milewska E, Roszkowska-Jakimiec W. Trace elements as an activator of antioxidant enzymes. *Adv. Hyg. Exp. Med.* 2016; 70: 1483–1498. DOI: 10.5604/17322693.1229074.

Elemental composition of liver and kidney tissues of rats under the influence of fungicides

S. V. Khyzhnyak, A. O. Velinskaya, E. V. Byschuk, V. M. Voitsitskiy
khs2014@ukr.net

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15 Heroyiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Widespread use of fungicides in various spheres of human life leads to negative consequences for both humans and the environment. The article presents the results of a study of the acute effect of systemic fungicides of the chemical class triazoles on the content of macro- and microelements in kidney and liver rat tissues. The content of chemical elements was determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. The established changes in the content of macro- and microelements in the rat liver and kidney indicate tissue specificity of the fungicidal action. Under the influence of fungicide containing tebuconazole in amount of 250 g/dm³ or combined fungicide containing (tebuconazole, 125 g/dm³ + triadimefon, 100 g/dm³) the content of Potassium (K), Calcium (Ca), Chromium (Cr), Iron (Fe), Copper (Cu) and Zinc (Zn) increased significantly ($P < 0.05$) in liver. This can lead to a functional load on the organ. Contrary, in kidney the studied fungicides cause the decrease ($P < 0.05$) in the content of trace elements (Zn, Mn, Cr), Zn:Cu ratio and increase in the Fe content, which may indicate the oxidative metabolic disorders in the organ, but an increase in the Ca content ($P < 0.05$) — characterize the permeability of cell membranes. The detected changes in the content of macro- and microelements in the kidney and liver tissues may be the dysfunction and altering the effectiveness of intracellular control and effector signals.

Key words: fungicides, liver, kidneys, elements, dysfunction



Показники клітинної ланки імунітету у серопозитивних та серонегативних котів за токсоплазмозу

В. Б. Кустуров, М. М. Брошков

rectormb@osau.edu.ua, mr_m_m@ukr.net

Одеський державний аграрний університет,
вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65012, Україна

У роботі представлені дані досліджень імунограм у серопозитивних (СП) та серонегативних (СН) до *Toxoplasma gondii* котів та залежність абсолютної кількості імунокомпетентних клітин від умов утримання тварин. У дослідженні використовували кров від домашніх та безпритульних котів віком від 3 до 5 років, у яких під час серологічного дослідження виявлені IgG до *T. gondii*. Аналізуючи середні показники (СП) безпритульних котів, варто зазначити, що у 10 тварин (22%) встановлено достатньо високі титри IgG $3,24 \pm 0,835$ ($P \leq 0,05$) і лише п'ять котів (11%) можна вважати такими, які не контактували зі збудником токсоплазмозу. Нейтрофіли як імунорегуляторні клітини одними з перших зустрічаються та інфікуються токсоплазмою після того, як паразит перетинає епітелій кишечника. За визначення здатності нейтрофілів до фагоцитозу було встановлено, що у СП безпритульних котів цей показник удвічі нижчий за СН та у понад 4 рази за СН домашніх котів. Аналіз показників вмісту абсолютної кількості лімфоцитів та їх Т-популяції в крові у різних груп котів показав, що у СП безпритульних котів ці показники були нижчими. Доведеним фактом є те, що для контролю адекватної імунної відповіді в організмі тварин вкрай важливим є не тільки кількісне значення популяції імунорегуляторних клітин, але й співвідношення між ними. Отримані результати вказують на те, що серед безпритульних тварин була вдвічі більша серопозитивність на токсоплазмоз порівняно з домашніми котами. Встановлено, що у СП домашніх котів вищий показник Т-супресорів і за рахунок цього IPI становить $2,38 \pm 0,175$. Проте у СП безпритульних котів більша Т-хелперна субпопуляція лімфоцитів, тому IPI становить $4,13 \pm 0,506$. У СП домашніх котів абсолютний вміст В-лімфоцитів становив $0,616 \pm 0,038$ і є найвищим порівняно з іншими групами. Встановлені також відмінності вмісту в крові NK-клітин, а саме у СП безпритульних він є вищим, ніж у СП домашніх котів. Таким чином, широке розповсюдження та постійне збільшення інфекції в навколишньому середовищі регіону спричинене повсюдно поширеними безпритульними котами, інфікованими *T. gondii*.

Ключові слова: *Toxoplasma gondii*, титр IgG, фагоцитарна активність нейтрофілів, NK-клітини

Епізоотичний стан паразитарних захворювань домашніх тварин в умовах великих міст України залишається складним і має тенденцію до погіршення. У поширенні токсоплазмозу значну роль відіграють коти — дефінітивні хазяї збудника. Ці тварини розсіюють навколо себе велику кількість ооцист, які виділяються з фекаліями, значно забруднюючи навколишнє середовище [28].

Хоча токсоплазма викликає безсимптомну інфекцію у більшості господарів, паразит може виникнути як опортуністична інфекція за імунодефіцитних станів. Паразит використовує складні молекулярні стратегії,

щоб збалансувати механізми ухилення від активації імунної відповіді хазяїна [13].

Захисні клітини, залучені до первинного вогнища інфекції, є мішенями для паразитів, які проникають у клітину, щоб циркулювати по організму всередині клітини-хазяїна за механізмом, подібним до троянського коня, доставляючи паразита до різних тканин — таких, як центральна нервова система і очі [9]. Згідно з сучасними уявленнями, на ранніх стадіях інфекції (в експериментах, зокрема *in vitro*) *T. gondii* ініціюють антиген-неспецифічний Т-клітинно-незалежний імунітет через активацію макрофагів і природних кі-

лерів. Ця активація опосередковується цитокиновими системами, що проявляється у посиленні продукції інтерферону-гамма (ІФН-γ) природними кілерами з подальшою активацією мікробіцидної функції в макрофагах, що обмежує реплікацію тахізоїтів, поки не сформується адекватний імунітет, опосередкований Т-клітинами [23, 11, 34, 18]. На ранніх стадіях інфекції *T. gondii* виникає каскад реакцій між макрофагами та природними кілерними клітинами, що призводить, з одного боку, до прямого обмеження поширення патогену, а з іншого — до синтезу цитокинів, що визначає тип імунної відповіді та активації Т-лімфоцитів. *T. gondii* є потужним індуктором антиген-специфічних ліній Т-лімфоцитів: з хелперною активністю (клітини CD4) та з кілерною та супресорною активністю (цитотоксичні клітини CD8), що доводить участь паразитарних пептидів у клітинно-опосередкованих методах презентації антигену.

Лікування тварин від токсоплазмозу — надзвичайно важлива проблема. Немає доказів того, що будь-який лікарський засіб може повністю очистити організм від *T. gondii*, тому повторне клінічне захворювання може виникати в інфікованих собак або котів [35]. Важко спровокувати клінічний токсоплазмоз у собак чи котів без супутніх захворювань, пригнічення імунітету, тому контрольованих досліджень впливу на кишечник немає [15]. Деякі собаки та коти із захворюваннями центральної нервової системи потребують підтримувального лікування — наприклад, протисудомними препаратами.

Зазвичай після зникнення симптомів токсоплазмоз переходить у стадію хронічного прихованого захворювання. У цьому випадку *T. gondii* зберігається у вигляді внутрішньоклітинних цист у клітинах-хазяїнах та всередині ділянок деструкції у внутрішніх органах [16]. Нехарактерні клінічні прояви й перебіг токсоплазмозу, часте переважання латентних форм над клінічно вираженими унеможливають постановку діагнозу. Отже, вивчення показників імунного стану домашніх тварин є актуальним питанням в зв'язку з необхідністю розроблення методологічних підходів до проведення неспецифічної системної імунотерапії за токсоплазмозу.

Метою дослідження було визначення особливостей показників клітинної ланки імунітету (показників імунограми) у домашніх та безпритульних котів за токсоплазмозу.

Матеріали і методи

Дослідження провели впродовж 2020–2021 рр. на 13 домашніх і 6 безпритульних котах різної статі віком від 3 до 5 років, в умовах Багатопрофільної лабораторії ветеринарної медицини Одеського державного аграрного університету, м. Одеса. Матеріалом для імунологічних досліджень слугувала кров тварин, відібрана з вени передпліччя. У сироватці крові усіх

тварин визначали наявність IgG до *Toxoplasma gondii* методом твердофазного імуноферментного аналізу на ІФА-аналізаторі *Multiskan FC* (Фінляндія) за допомогою тест-системи фірми «Хема» (РФ). За результатами серологічного дослідження котів було сформовано три групи тварин: I — серопозитивні (СП) домашні коти (n=7); II — серонегативні (СН) домашні коти (n=6); III — серопозитивні (СП) безпритульні коти (n=6). За СП вважали показник IgG до *T. gondii* понад 1,1 ум. од. (референтні значення при визначенні титру IgG *Toxoplasma gondii* становлять: <0,9 — негативний результат; 0,9–1,1 — сумнівний результат; >1,1 — позитивний результат). У крові тварин дослідних груп визначали абсолютну кількість лейкоцитів (за методикою Т. В. Дегтяренка), лімфоцитів, їхніх імунорегуляторних субпопуляцій (в реакції розеткоутворення з еритроцитами барана) та кількість фагоцитуючих нейтрофілів на 50 нейтрофілів. Фагоцитуючою вважали клітину-нейтрофіл, який поглинув одну та більше дріжджових клітин [10]. Результати досліджень обробляли статистично загальноприйнятими методами.

За висновком комісії з біоетичної експертизи від 10 лютого 2022 року, усі досліди виконано з дотриманням вимог Конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей, дотримуючись загальних етичних принципів поводження з тваринами, ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

Результати й обговорення

Відповідно до результатів наших попередніх досліджень [30], антитіла до *T. gondii* виявлені у 22 (49%) з 45 обстежених котів, а 18 котів (40%) були визначені як «сумнівні», тобто середні показники титру IgG був в межах 0,9–1,1, що не перевищувало середнє значення OD для критичних контролів. Ці результати не були класифіковані як позитивні чи негативні і, відповідно до рекомендацій виробника, вони вважалися «сумнівними» щодо інфекції *T. gondii*. Аналізуючи середні показники СП котів, треба зазначити, що у 10 тварин (22%) встановлені достатньо високі титри IgG — $3,24 \pm 0,835$ ($P \leq 0,05$) і лише 5 котів (11%) можна вважати такими, що не контактували зі збудником токсоплазмозу. Проведені нами дослідження показали, що 24,4% домашніх котів та 22,0% собак є СП щодо *T. gondii* [30].

Отримані результати свідчать про те, що серед безпритульних тварин достатньо висока СП на токсоплазмоз — вдвічі більша порівняно з домашніми котями. Отже, можна припустити, що за високе поширення токсоплазмозу в регіоні частково відповідають інфіковані *T. gondii* безпритульні коти, які сприяють розповсюдженню збудника в навколишньому середовищі.

Критичними факторами у боротьбі з інфекційним агентом є стан імунної системи та адекватна імунна відповідь під час контакту зі збудником.

Таблиця. Показники клітинної ланки імунного захисту у серопозитивних та серонегативних до *Toxoplasma gondii* котів
Table. Indicators of cellular immune defense in cats seropositive and seronegative to *Toxoplasma gondii*

Показники Indexes	Домашні коти Domestic cats		Безпритульні коти Stray cats
	СП до <i>T. gondii</i> (I група) Seropositive for <i>T. gondii</i> (1 st group)	СН до <i>T. gondii</i> (II група) Seronegative for <i>T. gondii</i> (2 nd group)	СП до <i>T. gondii</i> (III група) Seropositive for <i>T. gondii</i> (3 rd group)
Лейкоцити, Г/л Leukocytes, G/l	9,27±1,10	14,98±2,67*	5,8±1,17
Лімфоцити, Г/л Lymphocytes, G/l	3,59±0,57	3,87±0,63	1,94±0,192
Т-лімфоцити, Г/л T-lymphocytes, G/l	1,91 ±0,106	2,704±0,48	1,21±0,193
Т-хелпери, Г/л T-helpers, G/l	1,359±0,244	2,27±0,19	1,039±0,045
Т-супресори, Г/л T-suppressors, G/l	0,572±0,083	0,804±0,05	0,237±0,029
В-лімфоцити, Г/л B-lymphocytes, G/l	0,616±0,038	0,416±0,04	0,232±0,027
Імунорегуляторний індекс (Тх/Тс) Immunoregulatory index (Th/Ts)	2,38±0,175	2,82±0,056*	4,13±0,506*
НК-клітини, Г/л NK cells, G/l	0,168±0,009	0,381 ±0,015*	0,209±0,004*
Фагоцитарна активність нейтрофілів, Г/л Phagocytic activity of neutrophils, G/l	3,014±0,168	6,82±1,74*	1,491±0,217*

Примітка. * — $P < 0,05$ — порівняно з тваринами I групи.

Note. * — $P < 0.05$ — compared with animals of 1st group.

Стан імунної системи відіграє провідну роль у забезпеченні адекватної відповіді організму за інфікування паразитом *T. gondii* [38, 40, 21]. Імунограма дає можливість оцінити стан клітинної ланки імунної системи організму в нормі і за патології. У табл. представлені показники імунограми СП домашніх та безпритульних котів, а також СН домашніх котів.

За результатами аналізу встановлено, що абсолютна кількість лейкоцитів у безпритульних СП котів становила 5,8±1,17 Г/л, що в 1,6 раза ($P < 0,001$) нижче, ніж у домашніх СП котів, та у 2,6 раза ($P < 0,001$) нижче, ніж у домашніх СН котів. Дані щодо вмісту абсолютної кількості лімфоцитів та їх Т-субпопуляції у крові в різних груп котів також показують, що ці показники були нижчими у СП безпритульних котів.

Для адекватної імунної відповіді вкрай важливим є не тільки кількісне значення популяції імунорегуляторних клітин, але й співвідношення між ними. Співвідношення між субпопуляціями Т-хелперів та Т-супресорів називається імунорегуляторний індекс (ІРІ). Оптимальним цей показник є в домашніх СН котів — 2,82±0,065. Хоча у СП домашніх та безпритульних тварин абсолютна кількість Т-хелперів та Т-супресорів є нижчою порівняно з домашніми СН котями. При цьому показник ІРІ має особливості: у СП домашніх котів вищий показник Т-супресорів і за рахунок цього ІРІ — 2,38±0,175, тоді як у СП безпритуль-

них котів більша субпопуляція Т-хелперів і відповідно, ІРІ — 4,13±0,506. Абсолютний вміст В-лімфоцитів у СП домашніх котів становив 0,616±0,038, що є найвищим показником порівняно з іншими групами ($P < 0,001$). Встановлені також відмінності у показнику НК-клітин, а саме у СП безпритульних він є вищим ($P < 0,001$), ніж СП домашніх котів.

Нейтрофіли як імунорегуляторні клітини одними з перших зустрічаються та інфікуються токсоплазмою після того, як паразит перетинає епітелій кишечника. Визначення фагоцитарної активності нейтрофілів показало, що у СП безпритульних котів цей показник у 2 рази ($P < 0,001$) нижчий за СП та понад в 4 рази ($P < 0,001$) за показники СН домашніх котів.

У попередніх наших дослідженнях встановлено, що 21,7% досліджених проб сироваток крові домашніх всеїдних тварин мали антитіла до *T. gondii*. Встановлено залежність між сезонами року та кількістю серопозитивних щодо токсоплазмозу тварин [30]. Великий відсоток СП безпритульних котів в умовах міста вказує на достатньо високе антигенне навантаження і на організм людини. Це може бути пов'язано з тим, що безпритульні тварини частіше їдять мертвих птахів, гризунів або недостатньо оброблене м'ясо [24]. Цікаво, що епідеміологічне дослідження показало однакову поширеність між токсоплазмозом в людей і безпритульними домашніми, зараженими *T. gondii*

в одному регіоні, що вказує на те, що бродячі тварини можуть бути хорошими маркерами впливу *T. gondii* на людей і дику природу [45, 36]. Достатньо високу поширеність *T. gondii* встановлено і серед безпритульних собак; антитіла до *T. gondii* були виявлені у 93 (40,3%) із 231 обстежених собак, а чотири собаки (1,7%) були визнані «сумнівними» [36]. На думку деяких дослідників, тварини з «сумнівними» титрами, ймовірно, перебували в гострій фазі або тривалій хронічній інфекції *T. gondii*, оскільки рівні антитіл до *T. gondii* були низькими та близькими до фонових [33, 41].

Варто зазначити, що в наших дослідженнях достатньо високий відсоток тварин з «сумнівними титрами». Вочевидь, цей факт треба враховувати як адекватність імунної відповіді у таких тварин під час контакту зі збудником токсоплазмозу. Також залишається важливим аспектом в епідеміології та епізоотології *T. gondii* питання щодо повторного виділення ооцист котами. Раніше вважалося, що після першого зараження коти виділяють тисячі ооцист, а потім протягом життя тварини елімінація більше не відбуватиметься. Однак дослідження продемонстрували повторне виділення після експериментального застосування імуносупресивної терапії [35]. Отже, від адаптивних імунних реакцій організму залежатиме стійкість до *T. gondii* при інфікуванні. Це продемонстровано у людей та мишей з первинними або набутими дефектами у функції T(CD4⁺ або CD8⁺)- і В-клітин, які переживають гостру стадію зараження, але зрештою виявляють підвищену сприйнятливість до *T. gondii* [26, 25, 14]. Аналіз основних показників імунограм, що характеризують стан як вродженого, так і адаптивного імунітету, показав характерні відмінності в досліджуваних групах. Цей аналіз дозволяє нам зробити висновок, що всі кількісні показники імунограм у безпритульних СП котів є значно нижчими, ніж у домашніх. Цікаво, що у СП домашніх та безпритульних котів суттєво відрізняється імунорегуляторний індекс (Tx/Tc) через значну зміну T-супресорних (CD8⁺) клітин. Давно визнано критичну функцію CD8⁺ цитотоксичних Т-клітин у пригніченні реплікації паразитів через знищення інфікованих клітин і сприяння перетворенню тахізоїту в брадізоїт [5]. Досліди на мишах показали, що миші CD4^{-/-} здатні подолати гострий токсоплазмоз і не демонструють підвищеної смертності при зараженні. Таким чином, *T. gondii* належить до групи патогенів, у яких імунітет CD8⁺ Т-клітин може бути індукований незалежним від Т-хелперних клітин способом [6, 43]. Інфекція *T. gondii* викликає сильний вроджений імунітет, що проявляється потужною відповіддю НК-клітин [44]. Цікаво, що 100% мишей CD4^{-/-}, позбавлених НК-клітин, зазнавали інфікування і всі тварини загинули на 16-й день після зараження [8]. Виявлена в наших дослідженнях закономірність, яка характеризується збільшенням абсолютної кількості НК-клітин у СП безпритульних котів на фоні зниження кількості Т-хелперних клітин, вказує на те, що популяції цих двох груп клітин перебувають в компенсаторній залежності. Вочевидь, спосіб

утримання тварин впливає на більшу активність різних субпопуляцій лімфоцитів. Менша роль під час імунної відповіді за токсоплазмозу, ймовірно, належить Т-хелперним клітинам. Це очікувано, оскільки попередні дослідження продемонстрували, що відсутність CD4⁺ Т-клітин може спричинити зниження гіперзапальної реакції, що в підсумку призводить до виживання хазяїна [32]. І CD4⁺, і CD8⁺ Т-клітини відіграють важливу роль у вирішенні інфекції *T. gondii* [20, 18]. Проте саме CD8⁺ Т-клітини діють як первинні ефектори, причому CD4⁺ Т-клітини відіграють синергетичну роль [7, 27]. У звичайних умовах CD4⁺ Т-клітини, які продукують IFN- γ , забезпечують допомогу для праймування реакції CD8⁺ Т-клітин. Однак за відсутності цих клітин НК-клітини завдяки своїй здатності продукувати IFN- γ беруть на себе роль надання необхідної допомоги CD8⁺ Т-клітинам [8].

Стандартний погляд на нейтрофіли полягає в тому, що вони швидко стають осередками інфекції, фагоцитують патогени, вивільняють антимікробні гранули та зазнають апоптозу. Однак нейтрофіли теж можуть вивільняти імунорегуляторні цитокіни та хемокіни, що свідчить про те, що вони також можуть брати участь у формуванні імунітету [37]. Існують докази того, що нейтрофіли мають важливе значення у залученні та активації дендритних клітин у відповідь на мікробні патогени, зокрема токсоплазму [4]. Хоча нейтрофіли рекрутуються у великій кількості у відповідь на токсоплазму і їхнє виснаження пов'язане з підвищеною сприйнятливістю до інфекції, їхня функція *in vivo* є спірною. Накопичення цих клітин у слизовій оболонці кишечника після інфікування може бути реакцією на бактерії, які переміщуються з просвіту в субепітелій під час інфікування токсоплазмою, а не відповіддю господаря на самого паразита [22]. У наших дослідженнях встановлено відмінність у фагоцитарній активності нейтрофілів залежно від серопозитивності до токсоплазмозу та умов життя. Ймовірно, це доводить те, що внаслідок генералізованого супресивного впливу збудника на організм розвиток хронічних вторинних захворювань відбувається за зниження здатності нейтрофілів до фагоцитозу. За даними інших дослідників, виснаження нейтрофілів під час зараження *T. gondii* було пов'язано зі зниженням рівня IFN- γ , TNF- α та IL-12, цитокінів, які, як відомо, важливі для боротьби з паразитами [12, 19, 42, 46]. В будь-якому випадку однозначним є той факт, що персистенція збудника токсоплазмозу призводить до імуносупресивного стану імунної системи господаря. Зниження абсолютної кількості лімфоцитів під час клінічного обстеження тварин, особливо безпритульних, має стати сигналом ветеринарам-практикам для серологічного дослідження крові на *T. gondii*. Нехтування цього факту, особливо за використання імуносупресивних стандартних фармакологічних засобів, призведе до розвитку гострого токсоплазмозу і загибелі тварин. У кішок, які потребують пригнічення клітинного імунітету, рекомендована попередня оцінка серологічного

статусу *Toxoplasma* для оцінки ризику токсоплазмозу [15]. Тому перед застосуванням препаратів, які є потужними інгібіторами клітинно-опосередкованого імунітету (наприклад, циклоспоринолу), варто розглянути питання щодо визначення серологічного статусу проти *T. gondii*. У літературі повідомлялося, що шкірні вузли посилюються після лікування кортикостероїдами у двох кішок [1, 29], а після лікування циклоспорином [2, 31] і преднізолоном [3, 17] спостерігали три випадки генералізованого токсоплазмозу з пневмонією у кішок. В іншому випадку дисемінований токсоплазмоз із гострим респіраторним дистрес-синдромом та септичним шоком виник у кішки [39] після застосування циклоспоринолу для лікування еозинофільного дерматиту.

Отже, знання про динаміку поширення та передачі *T. gondii* в навколишньому середовищі необхідно визначати та досліджувати, оскільки для людей також потенційно існує ризик впливу цього збудника. Крім того, потрібно вжити заходів щодо ліквідації джерел *T. gondii* в навколишньому середовищі — наприклад, кампанія з моніторингу безпритульних собак і котів на наявність збудника токсоплазмозу та робота відповідних регіональних програм. Крім цього, потрібно приділяти більше уваги інформуванню суспільства з цієї проблематики, що значно знизить рівень інфікування людей *T. gondii*.

Висновки

Встановлений високий рівень серопозитивних до *T. gondii* безпритульних та домашніх котів свідчить про широке розповсюдження та постійний інфекційний тиск цього збудника на навколишнє середовище, що вказує на загрозу інфікування людей та інших тварин.

Персистенція збудника *T. gondii* в організмі котів супроводжується зміною стану клітинної ланки імунного захисту, зокрема зниженням фагоцитарної активності нейтрофілів, зміною співвідношення між субпопуляціями Т-лімфоцитів. За таких показників компенсаторно у безпритульних серопозитивних котів встановлено вищий показник NK-клітини.

Перспективи подальших досліджень

Враховуючи високу поширеність захворювання та широкий спектр клінічних проявів, велике значення має вивчення факторів, які беруть участь у вродженій передачі *T. gondii* і тяжкості вродженого токсоплазмозу у новонароджених. Ці питання мало вивчені і потребують подальших досліджень, особливо можливість трансплацентарної та колостральної передачі збудника.

1. Anfray P, Bonetti C, Fabbri F, Magnino S, Mancianti F, Abramo F. Feline cutaneous toxoplasmosis: a case report. *Vet. Dermatol.* 2005; 16 (2): 131–136. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2005.00434.x.
2. Barrs VR, Martin P, Beatty JA. *Antemortem* diagnosis and treatment of toxoplasmosis in two cats on cyclosporin therapy. *Australian Vet. J.* 2006; 84 (1–2): 30–35. DOI: 10.1111/j.1751-0813.2006.tb13119.x.
3. Beatty J, Barrs V. Acute toxoplasmosis in two cats on cyclosporin therapy. *Australian Vet. J.* 2003; 81 (6): 339. DOI: 10.1111/j.1751-0813.2003.tb11508.x.
4. Bennouna S, Bliss SK, Curiel TJ, Denkers EY. Cross-talk in the innate immune system: neutrophils instruct early recruitment and activation of dendritic cells during microbial infection. *J. Immunol.* 2003; 171 (11): 6052–6058. DOI: 10.4049/jimmunol.171.11.6052.
5. Bhadra R, Giggley JP, Khan IA. The CD8 T-cell road to immunotherapy of toxoplasmosis. *Immunotherapy.* 2011; 3 (6): 789–801. DOI: 10.2217/imt.11.68.
6. Carvalho LH, Sano GI, Hafalla JCR, Morrot A, Curotto de La-faille MA, Zavala F. IL-4-secreting CD4⁺ T cells are crucial to the development of CD8⁺ T-cell responses against malaria liver stages. *Nat. Med.* 2002; 8: 166–170. DOI: 10.1038/nm0202-166.
7. Casciotti LK, Ely KH, Williams ME, Khan IA. CD8⁺-T-cell immunity against *Toxoplasma gondii* can be induced but not maintained in mice lacking conventional CD4⁺ T cells. *Infect. Immun.* 2002; 70 (2): 434–443. DOI: 10.1128/IAI.70.2.434-443.2002.
8. Combe CL, Curiel TJ, Moretto MM, Khan IA. NK cells help to induce CD8⁺-T-cell immunity against *Toxoplasma gondii* in the absence of CD4⁺ T cells. *Infect. Immun.* 2020; 73 (8): 18. DOI: 10.1128/IAI.73.8.4913-4921.2005.
9. Da Gama LM, Ribeiro-Gomes FL, Guimarães U, Arnholdt ACV. Reduction in adhesiveness to extracellular matrix components, modulation of adhesion molecules and *in vivo* migration of murine macrophages infected with *Toxoplasma gondii*. *Microb. Infect.* 2004; 6 (14): 1287–1296. DOI: 10.1016/j.micinf.2004.07.008.
10. Dehtjarenko TV, Makulyn RF. *Biogenic biostimulants and immunoreactivity*. Odesa, 1997; 1: 52–73. (in Ukrainian)
11. Del Rio L, Bennouna S, Salinas J, Denkers EY. CXCR2 deficiency confers impaired neutrophil recruitment and increased susceptibility during *Toxoplasma gondii* infection. *J. Immunol.* 2001; 167 (11): 6503–6509. DOI: 10.4049/jimmunol.167.11.6503.
12. Denkers EY, Gazzinelli RT. Regulation and function of T-cell-mediated immunity during *Toxoplasma gondii* infection. *Clin. Microbiol. Rev.* 1998; 11 (4): 569–588. DOI: 10.1128/CMR.11.4.569.
13. Denkers EY, Schneider AG, Cohen SB, Butcher BA. Phagocyte responses to protozoan infection and how *Toxoplasma gondii* meets the challenge. *PLoS Pathog.* 2012; e1002794. DOI: 10.1371/journal.ppat.1002794.
14. Denkers EY, Yap G, Scharton-Kersten T, Charest H, Butcher BA, Caspar P, Heiny S, Sher A. Perforin-mediated cytotoxicity plays a limited role in host resistance to *Toxoplasma gondii*. *J. Immunol.* 1997; 159 (4): 1903–1908. PMID: 9257855.
15. Dubey JP, Lindsay DS, Lappin MR. Toxoplasmosis and other intestinal coccidial infections in cats and dogs. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 2009; 39 (6): 1009–1034. DOI: 10.1016/j.cvsm.2009.08.001.
16. Dubey JP, Lindsay DS, Speer CA. Structures of *Toxoplasma gondii* tachyzoites, bradyzoites, and sporozoites and biology and development of tissue cysts. *Clin. Microbiol. Rev.* 1998; 11 (2): 267. DOI: 10.1128/CMR.11.2.267.
17. Evans NA, Walker JM, Manchester AC, Bach JF. Acute respiratory distress syndrome and septic shock in a cat with disseminated toxoplasmosis. *J. Vet. Emerg. Crit. Care.* 2017; 27 (4): 472–478. DOI: 10.1111/vec.12621.

18. Gazzinelli RT, Hieny S, Wynn TA, Wolf S, Sher A. Interleukin 12 is required for the T-lymphocyte-independent induction of interferon gamma by an intracellular parasite and induces resistance in T-cell-deficient hosts. *PNAS*. 1993; 90 (13): 6115–6119. DOI: 10.1073/pnas.90.13.6115.
19. Gazzinelli RT, Wysocka M, Hayashi S, Denkers EY, Hieny S, Caspar P, Trinchieri G, Sher A. Parasite-induced IL-12 stimulates early IFN-gamma synthesis and resistance during acute infection with *Toxoplasma gondii*. *J. Immunol.* 1994; 153 (6): 2533–2543. PMID: 7915739.
20. Gazzinelli R, Xu Y, Hieny S, Cheever A, Sher A. Simultaneous depletion of CD4⁺ and CD8⁺ T lymphocytes is required to reactivate chronic infection with *Toxoplasma gondii*. *J. Immunol.* 1992; 149 (1): 175–180. PMID: 1351500.
21. Gómez-Chávez F, Cañedo-Solares I, Ortiz-Alegría LB, Flores-García Y, Luna-Pastén H, Figueroa-Damián R, Mora-González JC, Correa D. Maternal immune response during pregnancy and vertical transmission in human toxoplasmosis. *Front. Immunol.* 2019; 10: 1–7. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00285.
22. Heimesaat MM, Bereswill S, Fischer A, Fuchs D, Struck D, Niebergall J, Jahn HK, Dunay IR, Moter A, Gescher DM, Schumann RR, Göbel UB, Liesenfeld O. Gram-negative bacteria aggravate murine small intestinal Th1-type immunopathology following oral infection with *Toxoplasma gondii*. *J. Immunol.* 2006; 177 (12): 8785–8795. DOI: 10.4049/jimmunol.177.12.8785.
23. Hunter C, Subauste C, Van Cleave V, Remington JS. Production of gamma interferon by natural killer cells from *Toxoplasma gondii*-infected SCID mice: regulation by interleukin-10, interleukin-12, and tumor necrosis factor alpha. *Infect. Immun.* 1994; 62 (7): 2818–2824. DOI: 10.1128/iai.62.7.2818-2824.1994.
24. Jadoon A, Akhtar T, Maqbool A, Anjum AA, Ajmal A. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in canines. *J. Anim. Plant Sci.* 2009; 19 (4): 179–181. Available at: <https://www.thejaps.org.pk/docs/19-no-4-2009/Jadoon.pdf>
25. Johnson LL, Sayles PC. Deficient humoral responses underlie susceptibility to *Toxoplasma gondii* in CD4-deficient mice. *Infect. Immun.* 2002; 70 (1): 185–191. DOI: 10.1128/IAI.70.1.185-191.2002.
26. Kang H, Remington JS, Suzuki Y. Decreased resistance of B cell-deficient mice to infection with *Toxoplasma gondii* despite unimpaired expression of IFN- γ , TNF- α , and inducible nitric oxide synthase. *J. Immunol.* 2000; 164 (5): 2629–2634. DOI: 10.4049/jimmunol.164.5.2629.
27. Khan IA, Ely KH, Kasper LH. Antigen-specific CD8⁺ T cell clone protects against acute *Toxoplasma gondii* infection in mice. *J. Immunol.* 1994; 152 (4): 1856–1860. Available at: <https://www.jimmunol.org/content/152/4/1856>
28. Kudryavchenko OP. Distribution and methods of diagnosis of toxoplasmosis in cats and dogs. Abstract. PhD vet. sci. Lviv, 2016: 19 p. (in Ukrainian)
29. Kul O, Atmaca HT, Deniz A, Süer C. Clinicopathologic diagnosis of cutaneous toxoplasmosis in an angora cat. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 2011; 124 (9–10): 386–389. PMID: 21950216.
30. Kusturov V. Serological monitoring distribution toxoplasmosis among home animals in the city of Odesa. *Agr. Bull. Black Sea Littoral.* 2020; 97: 189–194. DOI: 10.37000/abbsl.2020.97.24. (in Ukrainian)
31. Last RD, Suzuki Y, Manning T, Lindsay D, Galipeau L, Whitbread TJ. A case of fatal systemic toxoplasmosis in a cat being treated with cyclosporin A for feline atopy. *Vet. Dermatol.* 2004; 15 (3): 194–198. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2004.00371.x.
32. Liesenfeld O, Kosek J, Remington JS, Suzuki Y. Association of CD4⁺ T cell-dependent, interferon-gamma-mediated necrosis of the small intestine with genetic susceptibility of mice to peroral infection with *Toxoplasma gondii*. *J. Exp. Med.* 1996; 184 (2): 597–607. DOI: 10.1084/jem.184.2.597.
33. Lindsay DS, Dubey JP, Butler JM, Blagburn BL. Experimental tissue cyst induced *Toxoplasma gondii* infections in dogs. *J. Eukaryot. Microbiol.* 1996; 43 (5): 113S. DOI: 10.1111/j.1550-7408.1996.tb05032.x.
34. Liu CH, Fan YT, Dias A, Esper L, Corn RA, Bafica A, Machado FS, Aliberti J. Cutting edge: dendritic cells are essential for *in vivo* IL-12 production and development of resistance against *Toxoplasma gondii* infection in mice. *J. Immunol.* 2006; 177 (1): 31–35. DOI: 10.4049/jimmunol.177.1.31.
35. Malmasi A, Mosallanejad B, Mohebbali M, Sharifian Fard M, Taheri M. Prevention of shedding and re-shedding of *Toxoplasma gondii* oocysts in experimentally infected cats treated with oral clindamycin: A preliminary study. *Zoonos. Publ. Health.* 2009; 56 (2): 102–104. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2008.01174.x.
36. Meireles LR, Galisteo AJ, Pompeu E, Andrade HF. *Toxoplasma gondii* spreading in an urban area evaluated by seroprevalence in free-living cats and dogs. *Trop. Med. Int. Health.* 2004; 9 (8): 876–881. DOI: 10.1111/j.1365-3156.2004.01280.x.
37. Nathan C. Neutrophils and immunity: challenges and opportunities. *Nat. Rev. Immunol.* 2006; 6 (3): 173–182. DOI: 10.1038/nri1785.
38. Ortiz-Alegría LB, Caballero-Ortega H, Cañedo-Solares I, Rico-Torres CP, Sahagún-Ruiz A, Medina-Escutia ME, Correa D. Congenital toxoplasmosis: candidate host immune genes relevant for vertical transmission and pathogenesis. *Genes Immun.* 2010; 11: 363–373. DOI: 10.1038/gene.2010.21.
39. Pepper A, Mansfield C, Stent A, Johnstone T. Toxoplasmosis as a cause of life-threatening respiratory distress in a dog receiving immunosuppressive therapy. *Clin. Case Rep.* 2019; 7 (5): 942–948. DOI: 10.1002/ccr3.2121.
40. Pfaff AW, Georges S, Abou-Bacar A, Letscher-Bru V, Klein JP, Mousli M, Candolfi E. *Toxoplasma gondii* regulates ICAM-1 mediated monocyte adhesion to trophoblasts. *Immunol. Cell Biol.* 2005; 83 (5): 483–489. DOI: 10.1111/j.1440-1711.2005.01356.x.
41. Piergili-Fioretti D. Problems and limitations of conventional and innovative methods for the diagnosis of toxoplasmosis in humans and animals. *Parassitologia.* 2004; 46 (1–2): 177–181. PMID:15305712. (in Italian)
42. Schariton-Kersten TM, Wynn TA, Denkers EY, Bala S, Grunvald E, Hieny S, Gazzinelli RT, Sher A. In the absence of endogenous IFN-gamma mice develop unimpaired IL-12 responses to *Toxoplasma gondii* while failing to control acute infection. *J. Immunol.* 1996; 157 (9): 4045–4054. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8892638/>.
43. Sun JC, Williams MA, Bevan MJ. CD4⁺ T cells are required for the maintenance, not programming, of memory CD8⁺ T cells after acute infection. *Nat. Immunol.* 2004; 5 (9): 927–933. DOI: 10.1038/ni1105.
44. Tato CM, Villarino A, Caamaño JH, Boothby M, Hunter CA. Inhibition of NF- κ B activity in T and NK cells results in defective effector cell expansion and production of IFN- γ required for resistance to *Toxoplasma gondii*. *J. Immunol.* 2003; 170 (6): 3139–3146. DOI: 10.4049/jimmunol.170.6.3139.
45. Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *Int. J. Parasitol.* 2000; 30 (12–13): 1217–1258. DOI: 10.1016/S0020-7519(00)00124-7.
46. Yap GS, Schariton-Kersten T, Charest H, Sher A. Decreased resistance of TNF receptor p55- and p75-deficient mice to chronic toxoplasmosis despite normal activation of inducible nitric oxide synthase *in vivo*. *J. Immunol.* 1998; 160 (3): 1340–1345. PMID: 9570552.

Immunogram indices in seropositive and seronegative cats for *Toxoplasma gondii*

V. Kusturov, M. Broshkov
mr_m_m@ukr.net

Odesa State Agrarian University,
13 Panteleimonivska str., Odesa, 65012, Ukraine

The article presents the data of immunogram studies in seropositive and seronegative for *Toxoplasma gondii* cats and the dependence of the absolute number of immunocompetent cells on their housing conditions. The blood from domestic and stray cats aged 3 to 5 years in which IgG to *T. gondii* was detected during a serological study was used in the study. During analyzes of the average values of seropositive (SP) cats it was detected that 10 animals (22%) had sufficiently high IgG titers of 3.24 ± 0.835 ($P \leq 0.05$) and only 5 cats (11%) can be considered as animals that did not come into contact with the causative agent of toxoplasmosis. Neutrophils, as immunoregulatory cells, are among the first to encounter and become infected with *Toxoplasma* after the parasite crosses the intestinal epithelium. Determination of phagocytic activity of neutrophils showed that in the SP stray cats this indicator is 2 times lower than in the SP domestic cats and more than 4.0 times in the seronegative (SN) domestic cats. Analysis of the absolute content of lymphocytes and their T-subpopulation in the blood of different cats' groups showed that in the SP stray cats, these indicators were lower. It is a proven fact that in order to control the adequate immune response in animals, it is extremely important not only the quantitative value of the immunoregulatory cells' population, but also the ratio between them. The obtained results indicate that among homeless animals the seropositivity for toxoplasmosis is twice that of domestic cats. It was found that the SP domestic cats have a higher rate of T-suppressors and due to this IPI is 2.38 ± 0.175 . While the SP homeless cats have a larger T-helper subpopulation of lymphocytes and IPI is 4.13 ± 0.506 . In the SP domestic cats, the absolute content of B-lymphocytes was 0.616 ± 0.038 and this indicator is the highest compared to other groups. There are also differences in the blood content of NK cells, namely in the homeless SP animals, it is higher than in the domestic cats. From this it should be noted that stray cats infected with *T. gondii* are mainly responsible for the widespread and constant pressure of infection in the region.

Key words: *Toxoplasma gondii*, IgG titer, phagocytic activity of neutrophils, NK cells

Тези доповідей

XX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених,

присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук,
професора, члена-кореспондента НААН,
заслуженого діяча науки і техніки України
Макара Івана Арсентійовича

19 травня 2022 року, м. Львів



Abstracts of reports

XX All-Ukrainian Scientific and Practical Conferention of Young Scientists,

dedicated to the 90th anniversary of birth
of Doctor of biological sciences, professor
Ivan Makar

May 19th, 2022, Lviv, Ukraine

Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотики *Lactobacillus casei* B-7280 в умовах термостату

Р. Андрошулік

rlandroshulik@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Актуальним у сучасному бджільництві є отримання безпечної екологічної продукції, розроблення засобів і методів стимуляції розмноження і підвищення стійкості бджіл до різних збудників хвороб, а також захист від несприятливих умов навколишнього середовища. В останні роки дедалі чіткіше проявляється тенденція до застосування у бджільництві препаратів природного походження. Це дозволяє уникнути багатьох побічних ефектів, оскільки механізми дії цих препаратів істотно відрізняються від хімічносинтезованих і ґрунтуються на фізіологічній активації захисних реакцій організму. На сьогодні мало вивчена біологічна дія пробіотичних препаратів класу *Lactobacillus casei* B-7280 на життєздатність медоносних бджіл, що входило у завдання наших досліджень.

Дослідження проведені на медоносних бджолах карпатської породи в Інституті біології тварин НААН, відібраних для досліду з лабораторної пасіки-віварію. Дослідження проведені в умовах лабораторного термостату на трьох групах, по 60–90 бджіл у кожній, відібраних з сімей-аналогів за масою, силою сім'ї, віком матки. Бджоли контрольної (К) групи отримували підгодовлю з 60% цукрового сиропу в кількості 2 мл/групу/добу. Дослідна 1 група бджіл (Д1) додатково до 2 мл цукрового сиропу отримувала розчин пробіотики *Lactobacillus casei* B-7280 у концентрації 10^9 КУО/мл; дослідна 2 група бджіл (Д2) додатково до 2 мл цукрового сиропу отримувала розчин пробіотики *Lactobacillus casei* B-7280 у концентрації 10^6 КУО/мл. Тривалість випоювання сиропу та пробіотики — 4 тижні.

Додавання пробіотики до цукрового сиропу впливало на показники життєздатності бджіл дослідних груп. Так, на 6 добу підгодовлі кількість живих (94,7%) і мертвих (5,3%) бджіл у Д1 та контрольній групах зберігалася на одному рівні. Однак кількість живих бджіл у Д2 групі була вищою на 3,6%.

У середньому за перших 6 діб підгодовлі кількість живих бджіл в Д1 групі перевищувала контрольну на 0,4%, а Д2 — на 1,8% зі зменшенням їхньої загибелі на вказані величини (0,4 і 1,8).

У наступний 6-денний дослідний період загибель бджіл на 12 добу була нижчою в Д1 групі на 1,5% (9,1%), а Д2 — на 3,9% (6,7%) проти 10,6% у контролі зі збереженням цих різниць для живих бджіл порівняно з контролем. Середні величини кількості живих бджіл у Д1 і Д2 (92,5% і 96,1% відповідно) групах за цей період також перевищували контрольну групу (92,0%) на 0,5% і 4,1%, а загибель була аналогічно меншою.

На 18-у добу дослідного періоду кількість живих і мертвих бджіл у Д1 (85,7 і 14,3%) та контрольній (86 і 14%) групах суттєво не відрізнялась, проте в Д2 групі становила 87,8 і 12,2% і була відмінною від контрольної групи на 1,8%. Середні показники життєздатності бджіл за цей період у контрольній групі становили 87,5% живих і 12,5% мертвих, у Д1 — 88,4 і 11,6% (0,9% до контролю), а Д2 — 90,1 і 9,9% (2,6% до контролю).

Аналіз даних життєздатності бджіл на 24-у добу згодовування пробіотики B-7280 вказує на посилення його стимулюючого впливу на збереженість бджіл. Кількість живих бджіл у Д1 групі в цей період становила 86,6%, а мертвих — 13,4% (–8,6% до контролю), у Д2 групі — відповідно, 84,5 і 15,5% (+6,1% до контролю). Середні величини кількості живих і мертвих бджіл за цей 6-денний період у контрольній групі становили, відповідно, 79,2 і 20,8%, у Д1 — 86,6 і 13,4% (7,4% до контролю), у Д2 — 85,8 і 14,2% (6,6% до контролю).

На 30-ту добу дослідного періоду життєздатність бджіл контрольної групи зберігалася на рівні 71% живих бджіл і 29% мертвих. У Д1 групі ці показники переважали контрольну на 12,6% і становили, відповідно, 83,5% живих і 16,5% мертвих бджіл. У Д2 групі відзначено дещо відмінні величини — 80,5% живих і 19,5% мертвих, що становить 9,6% від контрольної групи. Середні показники кількості живих (К — 86,1%, Д1 — 89,8%, Д2 — 90,5%) і мертвих (К — 13,9%, Д1 — 10,2%, Д2 — 9,5%) бджіл за весь 30-денний дослідний період повторюють тенденцію різниць між контрольною і дослідними групами, встановлену на 30-ту добу, але на нижчому рівні.

Отже, результати досліджень життєздатності бджіл за умов їхньої підгодовлі цукровим сиропом з додаванням пробіотики B-7280 у концентрації 1×10^9 та 1×10^6 КУО/мл вказують на їхній стимулювальний вплив на тривалість життя в садках лабораторного термостату.

Ключові слова: бджоли, пробіотик, життєздатність

Нові неінвазивні методи оцінки ушкодження тканин печінки за неалкогольного стеатогепатиту в тварин

Г. Біла^{1,2}

halyna.bila@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

²Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Систематичне вживання надмірної кількості вуглеводів, малорухливий спосіб життя провокують виникнення неалкогольного стеатогепатиту, що в подальшому може спричиняти фіброз та цироз печінки. Окрім того, зростанню поширеності захворювання сприяють проблеми з відсутністю надійних діагностичних маркерів серологічної природи і тваринних моделей для проведення ефективних наукових досліджень.

Для подолання проблем з оцінкою неалкогольного стеатогепатиту (НАСГ) на моделі лабораторних мишей ми запропонували два нових підходи — оцінку рівня специфічних антитіл до маркерів ушкодження тканин печінки з допомогою імуноферментного аналізу та використання аналізу флуоресценції *in vivo* за накопиченням барвника індоціаніну зеленого в тканинах печінки.

Для індукції НАСГ групу тварин утримували на високоліпідній високохолестериновій дієті (ВЛВХД) упродовж 2 тижнів; контрольна група отримувала стандартний раціон. До початку експерименту і кожних 2 тижні здійснювали забір крові з кінчика хвоста, з крові виділяли сироватку. Після завершення експерименту здійснювали забір тканин печінки, з яких виготовляли гістологічні препарати (H&E), здійснювали морфометричну оцінку площі гепатоцитів та вмісту в них ліпідів. Для оцінки ушкоджень тканин печінки за основу було взято визначення імуноферментним аналізом таких специфічних маркерів, притаманних фіброзним перетворенням: гіалуринової кислоти (ГК), аміно-кінцевого пептиду проколагену III (PIIINP) і тканинного інгібітора метало-протеїназ-1 (TIMP-1). Дані серологічних показників було порівняно з результатами гістологічного аналізу.

Морфологічний аналіз тканин печінки після перебування тварин на ВЛВХД упродовж 6 тижнів виявляв чіткі ознаки НАСГ з вірогідним зростанням площі гепатоцитів ($P < 0,001$) та вмістом внутрішньоклітинних ліпідів ($P < 0,001$). Імуноферментний аналіз виявив зростання рівня антигенів PIIINP, TIMP-1 та ГУ у тварин, які перебували на ВЛВХД, порівняно з контрольною групою. Останній показник вірогідно ($P < 0,05$) різнився між групами. Використовуючи поєднання згаданих показників (припускаючи рівнозначний вклад кожного компоненту), ми розраховували індекс фіброзу печінки у лабораторних тварин. Розрахований індекс фіброзу печінки у тварин на ВЛВХД був вірогідно вищим, ніж у тварин контрольної групи ($P < 0,01$). Ці дані були співставні з результатами гістологічного морфометричного аналізу.

Другим аспектом роботи стало дослідження мікроциркуляторного русла в печінці. Для цього НАСГ було індуковано у мишам лінії C57BL6/N на дієті з високим вмістом фруктози та холестерину. Індоціанін зелений (ICG) введено внутрішньовенно анестезованим мишам. Його накопичення одразу вимірювали послідовними скануваннями всього тіла тварин з інтервалами в 3 хв. Рівень накопичення індоціаніну зеленого вимірювали за допомогою лазера 785 нм та 820 нм на фотокамері *LiCor PEARL Trilogy in vivo imager*. Для моніторингу рівня ушкодження тканин печінки та локалізації ICG у тканинах використовували рутинну гістологію, імуногістохімію та кріоімуногістохімію.

НАСГ розвинувся через 6 тижнів зазначеної дієти. У мишей з нормальним раціоном спостерігали набагато швидше накопичення ICG у тканинах печінки порівняно із тваринами на дієті з високим вмістом фруктози та холестерину, що виражало сповільнену динаміку накопичення ICG протягом перших 60 хв. після ін'єкції. Накопичення також підтвердила флуоресцентна мікроскопія. Оскільки ICG всмоктується з капілярів до тканин печінки, затримка його накопичення в печінці протягом перших 60 хв. після ін'єкції може бути хорошим показником ушкодження мікроциркуляції або згортання крові. Ми припускаємо, що нейтрофільні позаклітинні пастки сприяють процесу згортання в печінці, активуючись ендогенними нанокристаллами (холестерин, моноурат натрію), які утворюються в умовах дослідженої дієти.

Отже, ми адаптували трипараметричний тест для виявлення фіброзу печінки за тканинними маркерами в сироватці для виявлення тканинних патологій у моделі неалкогольного стеатогепатозу в лабораторних мишей. Така методологічна розробка зробить доступною неінвазивну оцінку рівня ушкодження тканин печінки в тварин і повинна прискорити дослідження, спрямовані на подолання НАСГ у людини. Накопичення ICG в печінці може слугувати життєво важливим діагностичним методом оцінки мікроциркуляції печінки за неалкогольної жирової хвороби печінки та НАСГ.

Дослідження проведено за підтримки гранту Національного фонду досліджень України 2020.02/0131.

Дослідження схвалено Комісією з питань етики наукових досліджень, експериментальних розробок і наукових творів ЛНМУ імені Данила Галицького 20201221/9; 20200525/4; 20191216/10.

Ключові слова: неалкогольний стеатогепатит, імуноферментний аналіз, індоціанін зелений

Оцінка антибактеріальної активності препаратів колоїдного срібла за кон'юнктивіту собак

М. Білан, С. Білогуб

sonyabilogub@gmail.com

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Кон'юнктивіти — поширені хірургічні захворювання серед собак, а антибіотики в таких випадках часто використовують безконтрольно. Доцільним є вивчення антибактеріальних властивостей наноматеріалів як допоміжного антибактеріального засобу у схемах лікування цих захворювань.

Срібло з давніх-давен відоме як потужний природний протимікробний засіб широкого спектру дії, який за низьких концентрацій є нетоксичним для організму людини і тварин та використовується для лікування різних інфекцій. Повідомляється, що бактерицидна активність срібла полягає в його іонній формі. Наносрібло також ефективне проти штамів мікроорганізмів, стійких до сильнодіючих хімічних протимікробних препаратів, зокрема проти бактерій зі стійкістю до багатьох антибіотиків різних груп [Naik K, Kowshik M., 2017].

Через руйнівну дію срібла на мікроорганізми та його здатність зв'язуватися з атомами сірки, присутніми в сульфгідрильних групах білків і ферментів, розташованих на поверхні бактеріальних клітин, було зроблено припущення, що колоїдне срібло може проявляти антибактеріальну активність проти грамнегативних та грампозитивних бактерій [Dominguez A., 2020].

Метою дослідження було провести оцінку антибактеріальної активності препаратів колоїдного срібла відносно мікроорганізмів за кон'юнктивіту собак.

Дослідження проводили на базі лабораторії кафедри епізоотології та інфекційних хвороб тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Відбір матеріалу для бактеріологічного дослідження проводили до місцевого застосування антибіотиків та інших медикаментів. Культури мікроорганізмів було отримано посівом з кон'юнктивальної порожнини десяти собак з ознаками катарального запалення слизової оболонки ока. Посів проводили на щільні живильні середовища: м'ясо-пептонний агар (МПА), жовтково-сольовий агар (ЖСА), кров'яний агар, агар Ендо. Після 24–48 год. інкубації у термостаті за температури 37°C з ізолюваних колоній культур мікроорганізмів, які вирости, робили мазки, фарбували за Грамом, вивчали морфологічні ознаки, тинкторіальні, культуральні, ферментативні властивості. Видову належність збудників інфекції визначали за сукупністю характеристик згідно з посібником Берджі із систематичної бактеріології та відомостей, узагальнених у посібниках з ветеринарної мікробіології.

Для оцінки чутливості мікрофлори очей та порівняння антибактеріальних властивостей використали препарати колоїдного срібла. У першому препараті вміст колоїдного срібла складав 10 мг/100 мл, у другому — 3 мг/100 мл.

Чутливість виділених мікроорганізмів перевіряли посівом чистої культури на МПА з додаванням до нього препаратів колоїдного срібла (1%-ий та 2%-ий розчини).

Після проведення бактеріологічного дослідження отримали такі результати: у групі з десяти собак, які мали ознаки катарального кон'юнктивіту, в однієї тварини було виявлено наявність у кон'юнктивальній порожнині асоціації мікроорганізмів *Proteus mirabilis* (10^6 КУО) та *Enterococcus faecalis* (10^3 КУО), ще в п'ятих тварин причиною запалення став *Staphylococcus epidermidis* (10^5 – 10^7 КУО), у двох собак було виявлено *Staphylococcus aureus* (10^8 КУО) та ще у двох собак — *Escherichia coli* (10^5 КУО).

Згідно з результатами проведених досліджень встановлено, що колоїдне срібло має високу антибактеріальну активність проти *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, пригнічує ріст *Enterococcus faecalis* та *Proteus mirabilis*, неефективне проти *Escherichia coli*.

Також з'ясували, що ефективність обох препаратів у застосуванні проти зазначених видів мікроорганізмів неоднакова. Це пояснюється різним вмістом іонів срібла у розчинах препаратів, тобто для покращення антибактеріального ефекту другого препарату необхідно збільшити його дозу. Тому під час дослідження концентрацію розчину другого препарату з живильним середовищем було збільшено до 2%, що дало кращий бактерицидний ефект.

Таким чином, застосування колоїдного срібла для підвищення ефективності антибіотикотерапії за бактеріального кон'юнктивіту може бути доречним у випадку, якщо причиною запалення стали *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* та *Enterococcus faecalis*.

Ключові слова: собаки, кон'юнктивіт, колоїдне срібло, антибактеріальна активність

Дослідження стану гідроекосистеми акваріуму при годівлі риб *Poecilia reticulata* різними кормами

М. Білан, О. Запаря

olgazaparia@gmail.com

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

Дніпропетровське територіальне відділення МАН України, м. Дніпро, Україна

Нормальний розвиток риб значно залежить від умов зовнішнього середовища: кислотності, жорсткості, температури, освітлення тощо. Також значною проблемою є питання щодо раціону риб. Останній повинен задовольняти потреби риб в поживних речовинах і не мати негативного впливу на мікрофлору води в акваріумі. Ця проблема є актуальною тому, що на сьогодні нам не вдалося знайти дослідження, які поєднували б виведення оптимального раціону для риб з мінімалізацією негативного впливу на мікрофлору акваріумної води. Це необхідно не лише для естетичного задоволення власника від чистоти і прозорості води, а й для здоров'я мешканців акваріуму [Білявцева В. та ін., 2020]. Тому нашою метою було дослідити стан гідроекосистеми акваріуму за годівлі риб різними кормами і вивести оптимальний раціон годування для прісноводних риб *Poecilia reticulata*.

Дослідження проводили в лабораторії кафедри епізоотології та інфекційних хвороб тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

У експерименті було використано 4 акваріуми об'ємом по 10 л. До піддослідних входило 24 мальки риби виду гуппі. Риб було поділено на 3 групи по 8 особин в трьох з чотирьох акваріумів. Один акваріум залишили порожнім для контролю — у ньому визначали загальну кількість мікроорганізмів у воді за стандартних умов: температура 20–25°C, природне освітлення, фільтрація води. Воду в акваріумах замінювали й очищували щотижня. Для дослідження обрали різні типи раціону, різні за своїм складом: комбікорм (акваріум №2), сушену дафнію (сіро-коричневі рачки, акваріум №3), аулофорус (малощетинкові черви з рожевим відтінком, акваріум №4). Кожним з них рибу годували протягом 1 місяця. Принципи, за якими годували риб: перші два тижні 3 рази на добу, весь інший час — 2 рази на добу. Розміри риб вимірювали за допомогою штангенциркуля.

У воді визначали її колір, прозорість та формування бактеріальної плівки. Загальне мікробне число визначали глибинним посівом води після десятикратного розведення у розтоплений і охолоджений до температури 45±5°C м'ясо-пептонний агар. Підраховували кількість колоній мікроорганізмів в кожному з паралельних посівів одного розведення, розглядали колонії, які вирости. Мікроскопіюванням мазків вивчали морфологію та тинкторіальні властивості мікроорганізмів. Статистичну обробку одержаних результатів здійснювали у програмі *Microsoft Office Excel 2010*, вірогідність оцінювали за критерієм Стюдента.

У результаті досліджень встановлено, що у всіх акваріумах за місяць досліду зовнішній вигляд та колір води не змінився: вона була прозорою, мутність відсутня. В акваріумі №4 (згодовування малощетинкових червів) з'явилась найщільніша серед усіх акваріумів бактеріальна плівка.

У дослідженні проби води з акваріуму контролю ми встановили загальне мікробне число, яке становило 52×10^6 КУО в 1 мл. У результаті проведених досліджень найменшу кількість мікроорганізмів у пробі води встановлено після згодовування сухого комбікорму (акваріум №2): загальне мікробне число становило 24×10^5 КУО/мл. Загальне мікробне число води з акваріуму №3 було 55×10^5 КУО/мл, акваріуму №4 — 39×10^6 КУО/мл. Найкращим кормом для розвитку фізіологічних показників малька риб *Poecilia reticulata* на ранніх стадіях був аулофорус. У групи, яку годували цим видом корму, виявлено значну зміну розміру мальків (+10 мм), майже повне закінчення формування статевих ознак: у самок з'явилась темна пляма біля анального отвору, забарвлення оливкове з сірим черевом, останній округлий; у самців передня частина тіла срібляста, хвіст має градієнт, на кінчику помаранчевий, з темними плямами різних форм та розмірів, тулуб вузький, продовгуватий. Встановлено, що для розвитку оптимальних фізіологічних показників мальків прісноводних риб (гуппі) треба годувати аулофорусом перші два тижні від народження, 5–6 разів на добу, а потім переводити на 3-разове годування. Через два тижні після переходу на 3-разове годування необхідно поступово збільшувати кількість сухого корму порівняно з живим. Дорослих особин потрібно годувати двічі на добу, чергуючи сухий корм з живим.

Таким чином, оптимальним раціоном з урахуванням впливу на мікрофлору води і загальний біологічний стан малька риб є живий корм, який необхідно згодовувати на ранніх стадіях розвитку для одержання дорослих особин із найкращими фізіологічними показниками, з поступовим додаванням (в міру росту) комбікорму для стабілізації мікробіологічних показників води.

Ключові слова: акваріум, риби гуппі, оптимальний раціон, загальне мікробне число води

Інтенсивність синтезу статевих гормонів клітинами гранульози залежно від розміру фолікулів яєчників корів

Ю. Боднар¹, С. Горчин²

ua_ylya@ukr.net

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

²ВСП "Вишнянський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування", с. Вишня, Городецький р-н, Львівська обл., Україна

Клітини гранульози здатні використовувати субстрати і утворювати стероїдні гормони *in vitro*. З джерел літератури відомо про утворення статевих гормонів у фолікулах корів за аспірації фолікулів *in vivo*.

Мета досліджень — встановити інтенсивність утворення статевих гормонів клітинами гранульозного шару залежно від розміру фолікулів і фізіологічного стану яєчників корів.

На м'ясопереробному підприємстві, після забою тварин, відбирали статеві залози фізіологічного стану: «фолікулярного росту», «свіжої овуляції», «раннього жовтого тіла» і «пізнього жовтого тіла» та визначали розмір фолікулів — менше 4, 4–7, більше 7 мм. З фолікулів аспірували фолікулярну рідину з клітинами гранульози. Для встановлення інтенсивності синтезу статевих гормонів, клітини гранульози культивували у середовищі BME. Визначали концентрацію прогестерону, естрадіолу і тестостерону впродовж культивування (7, 14, 21 і більше діб) імуноензимним методом з використанням аналізатора Stat Fax 3000 та наборів реактивів фірми DRG відповідно до інструкції використання тест-систем.

Встановлено, що найвищою інтенсивністю синтезу тестостерону ($4,6 \pm 0,63$ нмоль/л) характеризується гранульоза з фолікула більше 7 мм яєчника «фолікулярного росту», а найнижчою ($0,4 \pm 0,05$ нмоль/л: на 92,0%; $P < 0,001$) — з аналогічного за розміром фолікула «пізнього жовтого тіла». З інших за розміром фолікулів клітини гранульози синтезували від 1,2 до 2,9 нмоль/л тестостерону. Найвищу концентрацію естрадіолу ($11,9$ – $14,7$ нмоль/л) встановлено в культурі клітин гранульози з фолікулів більше 7 мм яєчників «фолікулярного росту» і «свіжої овуляції», а низьку ($4,3 \pm 0,90$ нмоль/л) — з фолікулів менше 4 мм яєчника «пізнього жовтого тіла». Висока інтенсивність синтезу прогестерону характерна для культури клітин гранульози з фолікулів більше 7 мм яєчника «пізнього жовтого тіла», менша на 26,0% — з аналогічного діаметру «раннього жовтого тіла» і найнижча ($6,5 \pm 1,89$ нмоль/л) — з менше 4 мм «свіжої овуляції».

Таким чином, величини значень досліджених показників у клітинах гранульози непостійні і залежать як від розміру фолікулів, з яких вони отримані, так і фізіологічного стану статевої залози. Максимальними за продукцією тестостерону є клітини гранульози, отримані з великого фолікула яєчника «фолікулярного росту», естрадіолу — з великих фолікулів яєчників «фолікулярного росту» і «свіжої овуляції», а високим синтезом прогестерону характеризується гранульоза з великого фолікула яєчника «пізнього жовтого тіла».

Ключові слова: корови, яєчники, фолікули, гранульоза, статеві гормони

Роль enteroхромафінних клітин шлунково-кишкового тракту у забезпеченні морфофункціонального гомеостазу організму тварин

Н. Бонюк

nataliaboniuk@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Дослідження регуляторних систем організму різних видів тварин та з'ясування їх ролі у підтриманні гомеостазу й надалі залишаються одними з важливих напрямків ветеринарної медицини. Відомо, що одним зі способів гуморальної регуляції є функціонування дифузної ендокринної та APUD-систем, які, на нашу думку, все ще потребують детальнішого вивчення.

Перший внесок у відкриття дифузної нервової системи зробив Р. Гейденгайн у 1970 р., описавши клітини слизової оболонки шлунка собак і кролів, базальна мембрана яких вирізнялась хромафінною зернистістю [Техвер Ю. Т., 1974]. Згодом Н. К. Кульчицький, Нуссбаум і багато інших вчених також виявляли ці клітини, проте їхня роль упродовж багатьох років залишалася незрозумілою для дослідників [Вилегжаніна Т. А., 2008]. Враховуючи спорідненість дрібних зерен цих клітин з солями хромової кислоти (фарбуються у жовтий колір), а також їхню здатність редукувати з азотнокислого срібла металеве срібло, ці клітини описували як enteroхромафінні, аргентофінні, жовті і базально-зернисті, а також аргірофільні. Вже тоді розглядали їхню ендокринну функцію, враховуючи розташування секреторних гранул, а також їх тісний зв'язок з підепітеліальними кровоносними капілярами. Було встановлено деяку ультраструктурну схожість enteroхромафінних клітин з клітинами панкреатичних островців Лангерганса, передньої долі гіпофіза, медулярної речовини наднирників, прищитовидних залоз, ультимобранхіальних тілець і С-клітин щитоподібної залози, які володіють ендокринною функцією [Техвер Ю. Т., 1974].

Вперше ендокринну природу аргірофільних клітин описали в 1902 р. Белісс і Старлінг, провівши дослід на денервованій та ізольованій петлі тонкого кишечника зі збереженими кровоносними суднами. Тоді ж Старлінг увів поняття про гормони — фізіологічно активні речовини, здатні викликати збудження. Сама ж концепція дифузної ендокринної системи була сформована в 1938 р. Фейртером [Вилегжаніна Т. А., 2008].

Дифузна нейроендокринна система (ДНЕС) є одним з головних регуляторів процесів екскреції ензимів, соляної кислоти, а також моторики шлунково-кишкового тракту. Гормони, які виробляються APUD-клітинами, мають дистанційну та місцеву дію (М.В. Бурков, 2014). Однією з найважливіших функцій ДНЕС є імунорегуляторна. Біогенні аміни, регуляторні пептиди, стероїди та біологічно активні речовини, які виділяються її клітинами, мають безпосередній вплив на імункомпетентні клітини.

Клітини ДНЕС та APUD-системи є екстеро- (відкритого) та інтеро- (закритого) рецепторними клітинами, які поєднують у собі аферентну та еферентну функції, сприймаючи зміни зовнішнього та внутрішнього середовища і виділяючи у відповідь на дію подразника вміст своїх гранул, тобто здійснюють їх сенсорне перетворення у відповідь на хімічні та механічні подразники [Мільо І. В. та ін., 2011]. Внутрішні і зовнішні аферентні нервові волокна кишечника не проникають у просвіт, де вони могли б контактувати з поживними речовинами, токсинами чи іншими подразниками, сигналізуючи та ініціюючи рефлекторні реакції [Салахова Д. Н. та ін., 2021]. Відповідно, ці функції виконують enteroхромафінні клітини, які першими взаємодіють із вмістом органів травлення. Таким чином, основна їхня роль полягає у первинному зборі інформації, сповіщенні і захисті організму.

Enteroхромафінні клітини використовують триптофан-гідроксилазу 1 (TrH1) для синтезу серотоніну — біогенного аміну, який бере участь у підтримці енергетичного гомеостазу. У ссавців серотонін, який виробляється в центральній нервовій системі, регулює поведінку, пригнічує апетит і сприяє витратам енергії. Периферичний серотонін діє як фактор, що покращує засвоєння і зберігання поживних речовин. Зокрема, глюкоза і жирні кислоти стимулюють виділення серотоніну з дванадцятипалої кишки, сприяючи перистальтиці кишечника та всмоктуванню поживних речовин. Серотонін також потрапляє у кров, сприяє секреції інсуліну і ліпогенезу в печінці і білій жировій тканині, одночасно зменшуючи ліполіз та метаболічну активність бурого і бежевої жирової тканини [Yabut et al., 2019].

Отже, периферичний серотонін діє як ендокринний фактор, що сприяє ефективному зберіганню енергії регуляцією ліпідної анаболії. Також серотонін гальмує екскрецію соляної кислоти в шлунку та стимулює виділення пепсину, активує секрецію соку підшлункової залози, жовчовиділення і секрецію в кишечнику [Ішанкулова Д. М. та ін., 2019].

Отже можна зробити висновки, що дифузна нейроендокринна система, зокрема enteroхромафінні клітини, та імунна система слизових оболонок ШКТ відіграють важливу роль у забезпеченні морфофункціонального потенціалу організму тварин, забезпечуючи ефективне регулювання гомеостазу. Підвищення чи зниження секреторної активності цих клітин, а також зміна щільності їх розташування здатні провокувати розвиток тих чи інших патологічних станів. Розуміння гістоархітекtonіки цих клітин дозволять правильно та ефективно використовувати кормові добавки, які безпосередньо впливатимуть на enteroхромафінні клітини.

Ключові слова: enteroхромафінні клітини, секреторні гранули, серотонін, гомеостаз

Identification of a biological representative (*Sus scrofa domestica*) using mitochondrial DNA markers

Ye. O. Budakva

budakvayelyzaveta@gmail.com

Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS, Poltava, Ukraine

Identification of biological representative (*Sus scrofa domestica*) is one of the main directions of molecular genetic expertise in animal husbandry. The importance of molecular genetic research in identifying a species using mitochondrial DNA markers is one of the reliable and often applied methods in forensic medical examination, mainly by comparing lifetime and posthumous records of agricultural animals, movement accounting (animal passport, statement of movement of livestock, errors in the registration of the origin of breeding and commodity pigs) [Podoba B. Ye., Metlytska O. I., 2018], abduction of animals, cruelty to animals, illegal trade in species of animals protected or endangered [Voloschuk V. M., Pochernyaev K. F., 2018]. In the end, attribution of animals to certain lines, families, and subspecies of wild ancestors. Molecular genetic expertise includes: the definition of the gender and the ethnic origin of the biological species under study [Pochernyaev K. F., 2005]. Identification of species and breed plays an important role in identifying missing animals without the knowledge or even victims of violence, establishing paternity [Voloschuk V. M., Pochernyaev K. F., 2018], identification of the species, taking into account damage to morphological features, etc [Didukh Jakiv, Futorna Oksana, 2007].

With the help of mitochondrial DNA markers to determine the gender, of the breeds, it became possible to use a small amount of damaged biological material. Experimentally on randomly selected samples (n=15) it was carried out to establish the maternal affiliation of hybrid pigs of foreign breeding, tested on the mitochondrial DNA marker. As a biological material, epithelial tissue from the auricle of pigs was used. DNA release was carried out using a set of *REAGENT DNA-sorb-B nucleic acid extraction kit* from "InterLabService-Ukraine" LLC. PCR amplification of fragment D-loops mitochondrial genome, carried out on the amplifier *TERTSYK-2 (DNA-Technologies)*. Epithelial tissue DNA samples extracted using a kit (*Thermo Scientific™*). Up to 10 µL of genomic DNA was added at 18.75 µL reaction *Taq. Buffer* NH₂SO₄ and dNTP, 15.0 µL MgCl₂ solution, along with 3.75 µL oligonucleotide primers: forward — MITPRO2F CATACAAATATGTGACCCCAA and reverse — MITPROR GTGAGCATGGGCTGATTAGTC (*Thermo Scientific™*), 7,5 µL. *Taq Polymerase*. Alikvot of PCR product (4 µL) was hydrolyzed with *TasI* endonuclease (*Thermo Scientific™*). DNA amplification and hydrolysis products were analyzed in 8% polyacrylamide gel in an electrophoretic device in the 1×TBE buffer. As a marker of molecular weight, pUC19 DNA/Msp I. Visualization of amplification and restriction products was carried out by painting with bromide ethidium and photographing on a transilluminator in ultraviolet light (*MicroDOC Gel Documentation Digital camera with UV Transilluminator, Cleaver Scientific*).

Due to the high specificity of the polymerase chain reaction method (*Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism* — PCR-RFLP) finds a wide demand for the use of the expertise of the mitochondrial genome of pigs. Thus, the fragments were characteristic of the definition of pro-maternal mitochondrial haplotypes of hybrid pigs (Large White × Landrace) × Maxgro (n=15). The use of mitochondrial DNA markers made it possible to identify the pro-maternal haplotypes of the studied pigs: 4 pigs are representatives of haplotype **C** — Landrace, Hampshire, Wells, Wild pig (Ukraine, Poland); 5 pigs with haplotype **O** — Landrace, Wild pig (Sweden); and 6 pigs with haplotype **N** — Large White (Asian type). According to methodical recommendations (Use of mitochondrial DNA markers to control the reliability of the origin of genealogical structures of sows) [Pochernyaev K. F., Berezovsky M. D., 2014].

Therefore, mitochondrial DNA analysis is purely important for the determination of the mitochondrial genome of the subspecies of the wild pig and domesticated pig. The obtained data allow you to study in more detail the history of origin (*Sus scrofa domestica*) and establish true ancestors. Animals with true origin represent an excellent gene pool for the continuation of their population, preservation of local breeds, and conservation of migratory species of wild animals [Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, Law of Ukraine on May 19, 1999 no. 535-XIV].

Генетична детермінація забарвлення кролів (*Oryctolagus cuniculus*)

Т. В. Буслик

tvbuslyk@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

На сьогодні методом секвенування генетично охарактеризовано ряд локусів, які залучені у формування забарвлення шерсті європейського кролика (*Oryctolagus cuniculus*) та сприяють його мінливості у різних домашніх породах. В класичній генетиці описано шість основних локусів забарвлення шерсті: А, В, С, D, Е, Еп, де локус С — фактор власне забарвлення (зумовлює наявність пігменту), локуси В, D, Е у сукупності зумовлюють розвиток чорного пігменту, ген А — фактор зональності, який відповідає за розподіл пігменту по довжині окремих волосин, Еп — фактор наявності/відсутності плямистості.

Метою досліджень було аналіз та узагальнення результатів досліджень, у яких здійснено ідентифікацію геномних областей, задіяних у генетичній детермінації забарвлення кролів.

Пігментація у кролів, як і в інших представників класу ссавців, зумовлена синтезом двох типів меланіну (еумеланіни: чорні/коричневі пігменти; і феомеланіни: жовті/червоні пігменти), що синтезуються в спеціалізованих клітинах — меланоцитах. Колір шерсті визначається наявністю, розподілом та біохімічними особливостями меланоцитів. Гени пігментації, такі як *MC1R*, *MITF*, *TYR*, *TYRP1* і *MLPH*, відіграють важливу роль у формуванні забарвлення кролів [Demars J. et al., 2018; Fontanesi L. et al., 2006, 2010, 2014; Jia X. et al., 2021, Lehner S. et al., 2013; Utzeri V. et al., 2014, 2021]. Щоб зрозуміти генотиповий профіль основного кольору порід кроликів, ділянку вищезгаданих генів ампліфікують та аналізують за допомогою секвенування ДНК для пошуку різних варіацій в них, зокрема наявності одонуклеотидних поліморфізмів та інделів.

Інформація про генетичну детермінацію забарвлення кролів різних порід сприяє обґрунтуванню походження різноманітних порід/ліній та розкриває потенціал використання їх як генетичних ресурсів.

Ключові слова: *Oryctolagus cuniculus*, *MC1R*, *MITF*, *TYR*, *TYRP1*, *MLPH*, мутація, забарвлення шерсті

Морфологічні відмінності печінки щурів на різних термінах алкогольного ураження

Ю. А. Гайдар, Д. Ф. Милостива, О. О. Галінський, О. І. Грабовська
mylostivad@i.ua

ДУ «Інститут гастроентерології тварин НАМН України», Дніпро, Україна

Етанол належить до прямих гепатотоксичних агентів. Його пошкоджувальна дія на пряму залежить від термінів та доз вживання. Існує прямий зв'язок між алкогольною залежністю та пошкодженням печінки: зловживання алкоголем призводить до розвитку алкогольної хвороби печінки, яка має три основні форми — стеатоз, гепатит та цироз [Zhang F. et al., 2017]. Токсична дія ацетальдегіду, який утворюється в печінці за дії мікросомальної етанол-окислювальної системи, обумовлює значну частину токсичних ефектів етанолу: посилення перекисного окиснення ліпідів, порушення електронно-транспортного ланцюга у мітохондріях, пригнічення репарації ДНК, порушення функції мікротрубочок, активацію синтезу колагену, що, у свою чергу, призводить до розвитку фіброзу [Li T. et al., 2021]. Утворення ацетальдегідних комплексів порушує полімеризацію тубуліну мікротрубочок, що має прояв у утворенні так званого алкогольного гіаліну. [Seebacher F. et al., 2020]. Також порушення обміну та транспорту білків призводить до розвитку балонної дистрофії гепатоцитів [Tu H. P. et al., 2017].

Метою було дослідження морфологічних змін тканин печінки щурів на різних термінах алкогольного ураження.

Експериментальні дослідження були проведені на 20 лабораторних щурах лінії *Wistar*. Тварин утримували в стандартних умовах і давали стандартний раціон, який кількісно та якісно забезпечував їхні фізіологічні потреби. Алкогольну інтоксикацію проводили двофазною алкоголізацією водним розчином етанолу, з хронізацією патологічного процесу протягом 6 тижнів та 12 тижнів.

Гістологічні препарати печінки щурів досліджували світлооптичними методами під мікроскопом зі збільшенням від 100–400 разів та отримували цифрові фотокопії зображення. На зрізах печінки, пофарбованих за стандартною методикою гематоксиліном та еозином, проводили оцінку окремих ознак патологічного процесу за дії алкоголю: зміни гістоархітекτονіки, кількість гепатоцитів, некротичні зміни, наявність різних видів дистрофій, запальні реакції.

Кількість гепатоцитів в полі зору ($\times 400$), кількість жирових крапель на 100 гепатоцитів, індекс стеатозу розраховували на основі фотоцифрової морфометрії з використанням програми *ImageJ*. Також розраховували некротичний індекс — відношення кількості некротичних клітин на загальну кількість гепатоцитів в полі зору. Для статистичного аналізу отриманого числового матеріалу середні значення змінних здійснювали за допомогою параметричних методів (*t*-критерію Ст'юдента). Відмінності, отримані за методом парних порівнянь, вважали вірогідними за $P < 0,05$. Усі вихідні дані були оброблені за допомогою програми *Microsoft Excel*.

У тварин при алкогольному ураженні гістоструктура печінки була збережена. Спостерігали розширення центральних вен, всередині крупних судин відмічався застій крові. Середина дольок мала чисельні запальні вогнища різних розмірів. Порушення кровообігу призводило до розвитку периваскулярного набряку, який поширювався по стромі.

Траплялися ділянки фокального некрозу. Морфометричні розрахунки некротичного індексу показали, що за 6 тижнів впливу алкоголю індекс некрозу складав $12,5 \pm 0,45$, а за 12 тижнів — $24,8 \pm 0,42$ ($P < 0,01$). Перипортальна інфільтрація у 6 тижнів алкоголізації була виражена слабо, а у 12 тижнів спостерігали помітний набряк тканин печінки. Гепатоцити, які діляться, траплялись рідко. В щурів у 6 тижнів алкоголізації кількість гепатоцитів у полі зору (при $\times 400$) складала $110,4 \pm 1,08$, а в щурів на 12 тижнів експерименту — $96,6 \pm 0,91$ ($P < 0,01$). Відомим фактом є те, що етанол пригнічує мітотичну активність гепатоцитів.

Також проявлялася балонна та жирова дистрофія клітин печінки. Кількість жирових крапель на 100 гепатоцитів у щурів за 6-тижневої алкоголізації складала $136,7 \pm 3,21$, а у 12 тижнів вживання алкоголю — $153,2 \pm 2,94$ ($P < 0,01$). При цьому були зміни індексу стеатозу: у тварин при 6 тижнях впливу етанолу цей показник складав $0,38 \pm 0,01$, а після 12 тижнів алкогольної інтоксикації — $0,58 \pm 2,94$ ($P < 0,01$).

Таким чином можна зробити висновок, що за алкоголізації протягом тривалого часу настають суттєві морфологічні зміни, які впливають на нормальне функціонування печінки.

Ключові слова: алкогольне ураження, світлооптичні методи, гістологічні препарати

Морфологічні зміни паренхіми печінки щурів за умов хронічного тетрахлорметан-індукованого ураження та його корекції

А. Галінська, Н. Ошмянська, В. Карачинова, І. Кленіна, О. Галінський

biolog.anastasia@gmail.com

ДУ «Інститут гастроентерології НАМН України» /

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

У сучасному житті людський організм зазнає впливу токсичних речовин, які спричинюють ураження печінки. До таких речовин входить побутова хімія, пестициди, алкоголь, шкідливі речовини промислового походження та ліки [Rykalo, Bailo, Havrysh, 2020]. Морфологічно найсуттєвіші зміни спостерігають в паренхіматозних органах (печінка, нирки, легені), ураження яких значною мірою визначає картину і тяжкість отруєння токсикантами, етанолом, зокрема у гострій фазі [Khamroev, 2022]. Програмована клітинна загибель гепатоцитів відіграє важливу роль у патогенезі захворювань печінки, спричинених різними етіологічними факторами. Поряд з некрозом і апоптозом гепатоцитів токсичні пошкодження провокують зміну структури та функцій деяких білків. Апоптоз гепатоцитів є першою клітинною відповіддю на токсичне ураження і вважається основним шляхом загибелі клітин під час захворювань печінки [Shafigullina & Danilova, 2020]

Мета дослідження — оцінити морфологічні зміни паренхіми печінки щурів після хронічного тетрахлорметан-індукованого впливу і порівняти посттоксичні зміни за умов впливу на мікробіоту і за корекції дезінтоксикаційним засобом.

Моделювали токсичне ураження печінки підшкірним введенням 36 щурам лінії Вістар розчину CCl_4 в оливковій олії. Сформовано групи: контрольна — здорові ($n=15$); I — CCl_4 -індуковане ураження печінки без медикаментозної корекції ($n=6$); II — CCl_4 -індуковане ураження печінки + дезінтоксикаційний засіб «Ліверія ІС», ($n=8$); III — CCl_4 -індуковане ураження печінки + метабіотик «Хілак форте» ($n=7$). Для морфологічної оцінки стеатозу і фіброзу використовували трьохкольорове якісне фарбування зразків печінки за Маллорі-Слінченко [Сапожніков, 2000].

Встановлено, що в I групі зміни гістологічної структури печінки були зумовлені поширеним великокрапельним стеатозом у понад 30% гепатоцитів (переважно в 3-й зоні ацинусу), гідропічної дистрофії гепатоцитів та легкого ступеня інфільтрації лімфоцитами і плазматичними клітинами. Фіброзні зміни у 100% випадків були представлені тонкими сполучнотканинними тяжами, розташованими в перичентральній зоні печінкової часточки. У 66,7% щурів у печінковій часточці спостерігалось порушення кровообігу з нерівномірним розширенням просвітів синусоїдів, з обструкцією їх еритроцитами, дилатацією міжчасточкових і центральних вен. Формувалися осередки ліпідно-білкової дистрофії та некрозу гепатоцитів переважно в перичентральній зоні часточок. Порівняння з результатами проведеного нами раніше дослідження [Степанов, 2015] показало, що для часткового відновлення гепатоцитів достатньо 30 днів після припинення введення токсичного агента. За цей час жирова дистрофія стає менш вираженою і заміщується поширеною гідропічною дистрофією. Однак загибель клітин і запальноклітинна інфільтрація з вивільненням запальних цитокінів, ймовірно, призвели до вираженішої активації зірчастих клітин та розвитку незворотних фіброзних змін [Sufletel, 2020].

У щурів II та III групи у зразках печінки гепатоцити у всіх полях зору мали чіткіші контури й округлу форму ядра, а також спостерігали зменшення ознак білково-жирової дистрофії порівняно з I групою тварин. Проте у гепатобіоптатах щурів II групи виявляли вогнища цирозу, а в III групі — множинні міжчасточкові фіброзні септи. Жирові краплини в обох групах тварин мали великі розміри; в деяких гепатоцитах у цитоплазмі була одна ліпідна вакуоль, що відтісняє ядро до периферії клітини. У 62,5% тварин II групи у зразках печінки визначалися «балонні» клітини (кінцева форма гідропічної дистрофії), схожі на наповнені рідиною балони з центрально розташованим ядром зі зміненою формою. Ці клітини виявляли як поодинокі, так і скупченнями, що є проявом вогнищового коліквацийного некрозу та, скоріше за все, свідчить про автофагію гепатоцитів як механізму їх виживання при токсичному ураженні печінки [Dash, 2019]. Однак, незважаючи на позитивні ефекти автофагії, які можуть мати вирішальне значення при ендотоксемії та стеатозі печінки, індукований апоптоз субпопуляції гепатоцитів був пов'язаний з активацією зірчастих клітин [Dangi, 2016] — фіброзні тяжі та осередки лімфоцитарно-гістіоцитарної інфільтрації виявлялися майже у всіх зразках печінки тварин II та III групи.

Встановлено, що при CCl_4 -індукованому ураженні печінки розвивається великокрапельний стеатоз з множинними фіброзними септами між печінковими дольками. Корекція метадоксином та «Хілак форте» зменшила прояви білково-жирової дистрофії в гепатоцитах, перспективним є подовження терміну корекції з поєднанням обох векторів впливу.

Ключові слова: печінка, тетрахлорметан, щури, стеатоз, фіброз

Вплив полімерної речовини НВП-ВА-МАНГ на Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФази активність ооцитів *Misgurnus fossilis* L.

Д. Германович¹, М. Бура¹, О. Заїченко²

marta.bura@lnu.edu.ua

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка», кафедра органічної хімії, м. Львів, Україна

На сьогодні в сучасній медичній науковій практиці особливу увагу приділяють полімерам як носіям для цільової доставки ліків. Полімери здатні солюбілізувати міцели чи ковалентно приєднувати біополімери за рахунок водневих або електростатичних взаємодій, що сприяє значному підвищенню їх терапевтичної ефективності та зниженню шкідливих наслідків впливу на обмінні процеси в клітинах, органах або в організмі загалом [М'ягkota, 2016]. Безумовно, особливу зацікавленість привертає створення фізіологічно/біологічно активних водорозчинних полімерів, здатних транспортувати лікарські речовини до органу-мішені і забезпечувати при цьому пролонговану дію й позитивний терапевтичний ефект.

Попередні дослідження неодноразово підтверджували, що ооцити та зародки в'юна у період раннього ембріогенезу є адекватною тест-системою для дослідження впливу різних фармакологічних [Целевич, 2003; 2004] та хімічних [Бойко, 2002; 2004] чинників на біологічні організми і завдяки короткому періоду ембріогенезу є зручним об'єктом для експериментальних досліджень.

Внутрішньоклітинний Ca^{2+} є універсальним тригером під час вивільнення незапліднених яйцеклітин у мейозі, запуску процесу запліднення та програми розвитку ембріону у багатьох видів тварин — як у морських безхребетних, так і ссавців [Runft, 2002]. Видалення цитоплазматичного Ca^{2+} здійснюється за поєднання екструзії з клітини і зворотного захоплення у внутрішньоклітинні депо — переважно системами активного транспорту іонів Ca^{2+} . Тому мета дослідження полягала у з'ясуванні впливу полімеру на мембранопозв'язані процеси *in vitro* — в цьому випадку на сумарну активність Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФази ооцитів в'юна.

Дослідження проведені на ооцитах в'юна (*Misgurnus fossilis* L.). Овуляцію у самок (5 особин) стимулювали внутрішньом'язовим введенням самкам хоріогонічного гонадотропіну (500 од). Одним із новосинтезованих полімерів на кафедрі органічної хімії НУ «Львівська політехніка» є поверхнево активний полімер — N-вінілпіролідон (НВП)-вінілацетат-(ВА)-малеїновий ангідрид (МАНГ) (1:1:1).

Для визначення сумарної активності Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФази (у нмолях $\Phi_{\text{H}}/\text{хв}$ на мг білка) 100 мкл надосадової рідини ооцитів інкубували впродовж 10 хв. Стандартне середовище інкубації містить (ммоль/л): 150 KCl, 3 MgCl_2 , 0,01 CaCl_2 , 3 АТФ- Na_2 , 50 Трис-НСl, 1 убаїн та 1 NaN_3 (рН 7,4; 23°C). Питому активність АТФазної системи ооцитів оцінювали за різницею продукту реакції (кількість Φ_{H} визначали за модифікованим методом Фіске-Суббароу), який утворився в середовищі інкубації різного складу: Ca^{2+} -вмісному та безкальцієвому середовищі (1 mM EGTA). Реакцію розпочинали додаванням аліквоти надосадової рідини ооцитів, а зупиняли внесенням 10% ТХО. Вміст білка в суспензії мембранного препарату визначали методом Лоурі. У дослідженнях використовували реактиви вітчизняного виробництва кваліфікації х.ч., а також Tris, АТФ- Na_2 та убаїн (Sigma, США). Статистичний аналіз даних (вірогідність різниці визначених показників та нормальність розподілу) проводили за допомогою t-тесту Стьюдента за допомогою програми SPSS Statistics Base.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вплив НВП-ВА-МАНГ (10 й 100 мкмоль/л) не призводить до виражених змін сумарної активності Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФази ооцитів в'юна порівняно з контролем: активність досліджуваної АТФази становила $51,1 \pm 1,4$ нмоль $\Phi_{\text{H}}/\text{хв}$ на мг білка ($n=5$). За внесення в середовище інкубації 10 й 100 мкмоль/л НВП-ВА-МАНГ Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФазна активність ооцитів ($n=5$) не відрізнялася істотно від такої в контрольній групі й становила $54,1 \pm 1,1$ та $49,3 \pm 1,6$ нмоль $\Phi_{\text{H}}/\text{хв}$ на мг білка відповідно.

У попередніх дослідженнях встановлено, що 10 мкмоль/л НВП-ВА-МАНГ лише на перших 3 год. розвитку зародків вірогідно знижує сумарну активність Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФази — в середньому на $54,4 \pm 4,8\%$ порівняно з контролем ($P>0,999$). На пізніших годинах розвитку (5–6 год.) зростає морфогенетична активність ядер і падає мітотичний індекс, а також перерозподіляються пули макроергів, яких потребують всі біосинтетичні процеси. Внесення в середовище інкубації 100 мкмоль/л полімеру вірогідно знижує активність АТФази зародків впродовж усіх досліджуваних стадій розвитку. Враховуючи структуру НВП-ВА-МАНГ, можна припустити, що в цей період відбувається полегшене вбудовування полімеру в плазматичну мембрану зародків, а це призводить до часткового інгібування роботи АТФази, функціонування якої значно залежить від стану та складу ліпідного матриксу.

Отримані експериментальні дані доцільно застосовувати для вивчення підтримки механізмів іонного гомеостазу зародків упродовж ембріогенезу та подальшого з'ясування механізмів впливу полімеру на клітинному рівні.

Ключові слова: ооцити, Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФаза, в'юн, активність, полімер

Антиоксидантна та діабет-коригувальна активності екстракту з виноградних вичавок

Д. Герцик, В. Стецюк, М. Сабадашка, Н. Сибірна

Dariya.Hertsyk@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна.

Цукровий діабет (ЦД) — метаболічне захворювання, для якого характерна абсолютна чи відносна нестача інсуліну [Sperling, 2021]. Ця патологія потребує розробки терапевтичних засобів, які лікуватимуть основне захворювання або коригуватимуть супутні діабет-індуковані порушення. Особливого зацікавлення серед науковців набувають препарати природного походження, основою яких є поліфенольні сполуки — вторинні метаболіти рослин [Hussain, 2019]. Поліфенольні сполуки, а також їхні комплекси характеризуються антиоксидантними, цукрознижувачими, антимікробними й імуномодулювальними властивостями [Sabadashka, 2021]. Потужним джерелом поліфенольних сполук є виноград. Варто зазначити, що значна частина поліфенолів міститься у кісточках та шкірці винограду [Averilla, 2019]. Тому науковці зосереджують свою увагу не просто на виноградному соці, а на виноградному вині або ж вичавках, які залишаються після одержання вина. Зважаючи на це все, метою нашої роботи було розробити спосіб одержання екстракту з виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів, дослідити антиоксидантну активність екстракту *in vitro* та його вплив на ключові гематологічні показники у щурів з експериментальним ЦД 1-го типу.

Для проведення досліджень вичавки, надані Одеською національною академією харчових технологій, попередньо подрібнювали та інкубували з етанолом, підкисленим лимонною кислотою. Після цього здійснювали випарювання екстракту на роторному випарювачі. Вміст поліфенольних сполук в одержаному екстракті становив 80 мг/мл. Для досліджень *in vitro* антиоксидантної активності екстракту використовували різні концентрації комплексу поліфенолів. А для другої частини дослідження екстракт вводили тваринам перорально з питною водою у дозі 45 мг поліфенольних сполук на 1 кг маси тіла тварин. Антиоксидантну активність вивчали з використанням DPPH — 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразил радикалу, як стандартні антиоксиданти використовували тролокс (6-гідрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбонова кислота) та кверцетин. Для 2-го етапу досліджень використовували 4 групи щурів. 1-ша група — це контрольні тварини, 2-га — тварини, яким впродовж 14-днів перорально вводили екстракт з виноградних вичавок, збагачений природним комплексом поліфенолів, 3-тя — тварини з стрептозотоцин-індукованим ЦД, 4-та — тварини з експериментальним ЦД, яким також впродовж 14 днів перорально вводили досліджуваний екстракт. На 29-ий день експерименту проводили декапітацію тварин та здійснювали забір периферичної крові, в якій визначали кількість еритроцитів підрахунком в гемоцитометричній камері, концентрацію гемоглобіну ціанметгемоглобіновим спектрофотометричним методом, кількість ретикулоцитів на мазках, пофарбованих за Романовським-Гімзою, та концентрацію глікованого гемоглобіну спектрофотометричним методом [Сибірна, 2006]. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали з допомогою програми *Microsoft Excel*.

В результаті досліджень встановлено, що показник EC_{50} для екстракту виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів, становив $208,27 \pm 11,34$ мкг/мл, а, отже, екстракт проявляє DPPH-радикал скавенджерну активність. Проте ця здатність дещо нижча порівняно з такими потужними антиоксидантами, як тролокс і кверцетин, для яких показник EC_{50} становив $155,96 \pm 7,38$ і $77,16 \pm 5,08$ мкг/мл відповідно. У нормі показники кількості еритроцитів та концентрації гемоглобіну становили $9,9 \pm 1,34$ млн/мкл та $15,5 \pm 1,79$ г% відповідно. За умов ЦД обидва показники знижувались до $8,32 \pm 0,68$ млн/мкл і $13,42 \pm 1,36$ г%. За введення екстракту тваринам з досліджуваною патологією виявлено нормалізацію кількості еритроцитів та гемоглобіну до $10,16 \pm 0,79$ млн/мкл і $15,68 \pm 2,22$ г% відповідно. За умов ЦД встановлено зростання кількості ретикулоцитів та концентрації глікованого гемоглобіну у периферичній крові до $5,98 \pm 1,74$ та $13,71 \pm 3,4$ г% відповідно, тоді як в нормі ці показники становили, відповідно, $3,17 \pm 0,87$ та $6,57 \pm 0,67$ %. Введення екстракту тваринам з ЦД сприяло нормалізації кількості ретикулоцитів та концентрації глікованого гемоглобіну до $2,66 \pm 1,01$ та $6,83 \pm 1,08$ г% відповідно.

Результати досліджень підтверджують, що екстракт з виноградних вичавок, збагачений природним комплексом поліфенолів, здатний позитивно коригувати порушення морфофункціонального стану клітин периферичної крові, спричинені ЦД, а також проявляє антиоксидантну активність. Тому такий природний комплекс поліфенолів можна розглядати як основу для нових діабет-коригувальних препаратів, проте молекулярні механізми дії цих сполук потребують подальших досліджень.

Ключові слова: цукровий діабет, поліфенольні сполуки, антиоксидантна активність, гематологічні показники

Мікрофлора та леткі жирні кислоти кишечника щурів за моделювання токсичного ураження печінки та його корекції

О. І. Грабовська, О. М. Татарчук, І. А. Кленіна, О. О. Галінський, Н. С. Вішнарєвська
elnikolenko@gmail.com

ДУ «Інститут гастроентерології НАМН України», м. Дніпро, Україна

Діагностика й лікування хронічних дифузних захворювань печінки є однією з найбільш актуальних проблем сучасної гепатології. Основний шлях прогресування цих захворювань — розвиток послідовних стадій фіброзу з формуванням на кінцевих етапах цирозу і раку печінки.

Моделювання захворювань людини на тваринах відіграє важливу роль у вивченні патогенезу. Модель фіброзу печінки, індукована тетрахлорметаном (CCl_4) у щурів, добре охарактеризована. Класична модель призводить до тяжких уражень органу з розвитком фіброзу/цирозу печінки або гепатоцелюлярної карциноми. CCl_4 спричиняє пошкодження печінки, запалення та фіброз у щурів, клінічно схожі на розвиток фіброзу печінки у людини, які оцінюють за допомогою біохімічного аналізу сироватки крові та морфологічної картини крові. Ми відпрацювали модель початкової стадії розвитку фіброзу, а також стійку картину фіброзу на довготривалих термінах, схожу за морфологічними ознаками до даних, отриманих за біопсії печінки у пацієнтів. Цю модель було використано для з'ясування механізму, який лежить в основі патогенезу фіброзу печінки, для корекції виявлених порушень та відпрацювання схем введення препаратів.

Мета роботи — оцінити стан мікрофлори кишечника й рівень летких жирних кислот (ЛЖК) у щурів за моделювання CCl_4 -індукованого ураження печінки і його корекції.

У ході роботи дослідження проведено на 35 лабораторних щурах масою 180–230 г лінії Вістар, яким моделювали токсичне ураження печінки CCl_4 з метою корекції виявлених порушень метадоксином (І група) та *Хілак форте* (ІІ група). Тварин утримували в стандартних умовах на стандартному раціоні, який кількісно та якісно забезпечував їхні фізіологічні потреби. Дослідження проводили з дотриманням нормативів Конвенції з біоетики Ради Європи (1997 р.), положеннями Директиви ЄС 2010/63/64 від 22.10.2010 р., Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових досліджень.

Моделювання CCl_4 -індукованого (токсичного) ураження печінки з ознаками початкової стадії фіброзу, що було підтверджено морфологічно, здійснювали, вводячи підшкірно розчин CCl_4 в оливковій олії з хронізацією патологічного процесу протягом 6 тижнів: перший етап — підшкірні ін'єкції 3 рази на тиждень (50% олійний розчин, 4 мл/кг) протягом 1 тижня; другий етап — підшкірні ін'єкції 2 рази на тиждень (10% олійний розчин, 4 мл/кг) протягом 6 тижнів.

Визначення ЛЖК у копрофільтраті щурів проводили на хроматографі «Крістал-5000» за методикою G. Zhao [2006] та виконували мікробіологічне дослідження видового та кількісного складу мікрофлори товстої кишки.

Після корекції токсичного ураження печінки спостерігали вагоме зниження вмісту ЛЖК у калі: оцтової кислоти у щурів І групи — в 6 разів, а ІІ групи — в 3,2 раза; пропіонової кислоти у щурів І групи — в 7,6 раза, ІІ групи — в 2,9 раза; масляної кислоти у щурів І групи — в 13 раз, ІІ групи — в 12,5 раза порівняно з відповідними значеннями групи контролю. За рахунок такого вагомого паралельного зниження вмісту ЛЖК у калі щурів був знижений анаеробний індекс: в І групі — в 1,9 раза, а в ІІ групі — у 2,9 раза порівняно зі значеннями групи контролю. В ході мікробіологічного дослідження встановлено, що у 60,0% щурів І групи був знижений рівень *Lactobacillus*. У тварин І групи спостерігали підвищений рівень дріжджоподібних грибів роду *Candida spp.*, а у 60,0% — умовно-патогенних ентеробактерій роду *Klebsiella spp.* У 20,0% І групи було виділено *Proteus spp.*, у 60,0% щурів встановлено дисбіоз 3 ступеня, у 20,0% — 2 ступеня. В щурів ІІ групи відновлюється кількісний склад *Bifidobacterium spp.* та *Lactobacillus spp.*, *Escherichia coli* з нормальною ферментативною активністю, гриби роду *Candida spp.*; не виявляли *Staphylococcus aureus* та умовно-патогенних ентеробактерій.

В нашій роботі встановлено, що після корекції CCl_4 -індукованого ураження печінки з початковими ознаками фіброзу в щурів визначали вагоме зниження вмісту ЛЖК у копрофільтраті. Зміни кількісного та якісного складу мікробіоценозу кишечника експериментальних тварин були обумовлені дисбалансом аеробної та анаеробної мікрофлори. Спостерігалось зменшення кількості біфідо- і лактобактерій, підвищення кількості кишкової палички, її гемолітичних біоварів, умовно-патогенних мікроорганізмів та дріжджоподібних грибів.

Таким чином, у щурів із CCl_4 -індукованим ураженням печінки найбільший позитивний вплив на склад мікрофлори товстої кишки встановлено після отримання метабіотика *Хілак Форте*.

Ключові слова: леткі жирні кислоти, тетрахлорметан-індуковане ураження печінки, мікробіота

Вплив маргарину на вміст пероксидів ліпідів у різних органах мишей

В. Гурза, М. Ватащук, О. Дем'янчук
viktoriahurza@gmail.com

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра біохімії та біотехнології,
м. Івано-Франківськ, Україна

Жири є одними з важливих поживних речовин, необхідних організму для підтримання його нормального функціонування. Проте кількість і тип спожитого жиру можуть мати різний вплив на здоров'я людини. До категорії жирних продуктів належить маргарин, основу якого складають жири рослинного походження, оброблені з утворенням певної кількості транс-ненасичених жирних кислот. Також маргарин є висококалорійним продуктом, який у надлишку може призводити до метаболічних порушень і ожиріння. Останнє характеризується розвитком запальних процесів та оксидативного стресу. Порушення нормального окисно-відновного балансу клітин можуть провокувати токсичні ефекти через утворення пероксидів і вільних радикалів, які пошкоджують біомолекули — такі, як білки, ліпіди та ДНК. Одним із маркерів оксидативного стресу є пероксили ліпідів. Залежно від їхньої кількості, можна робити висновки про окисні процеси в організмі.

Метою роботи було дослідити зміну рівня пероксидів ліпідів у печінці, нирках, серці, жировій тканині, м'язах та кортексі головного мозку мишей, які споживали маргариновмісну їжу. Дослідження проводили на мишах лінії C57Bl/6j. Одномісячних тварин було поділено на дві групи. Перша група (контрольна) споживала базовий корм з вмістом жирів 6,3%, а другій (дослідній) до корму додавали маргарин 70%-ої жирності. У дослідній групі миші мали можливість вибору: їсти базову їжу чи маргарин. Всі миші мали необмежений доступ до води та їжі. Кожна група містила по 12 самок і 12 самців, які перебували в окремих клітках, по 3 миші в одній клітці. Тварини перебували на контрольній та експериментальній дієтах протягом чотирьох місяців.

Результати дослідження показали, що у печінці самок мишей, які споживали маргарин, був на 67% підвищений рівень пероксидів ліпідів порівняно з контрольною групою. Водночас у самців цей показник був нижчий на 55%, ніж у контрольних мишей. Після визначення пероксидів ліпідів у нирках мишей було виявлено, що споживання маргарину провокує збільшення цього показника як у самок, так і в самців — на 218% та 91% відповідно. Під час визначення пероксидів ліпідів у серці мишей значної зміни їхнього рівня в обох статей не спостерігали. У жировій тканині самок за вживання маргарину вміст пероксидів ліпідів був на 20% нижчим, проте у самців цей показник був вищим на 62% порівняно з контролем. Результати у м'язах показали значне зниження рівня пероксидів як у самок, так і в самців — на 90% та 94% відповідно. У кортексі головного мозку мишей спостерігали підвищений вміст цього показника: у самок — на 90%, у самців — на 51%.

Таким чином, додавання маргарину до їжі збільшує вміст пероксидів ліпідів у печінці, нирках та кортексі головного мозку в самок. У самців підвищується рівень пероксидів у жировій тканині, проте знижується їх вміст у печінці. Також варто зазначити, що споживання маргарину не впливає на утворення надлишкової кількості пероксидів ліпідів у серці, а в м'язовій тканині значно знижує цей показник.

Ключові слова: миші, маргарин, пероксили ліпідів

Біохімічні показники сироватки крові та їхній зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней великої білої породи зарубіжного походження

Б. В. Гутий¹, В. І. Халак², О. В. Денисюк²

bvh@ukr.net, v16kh91@gmail.com, pectoral25@ukr.net

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

²ДУ «Інститут зернових культур НААН», м. Дніпро, Україна

Актуальним у галузі свинарства залишається питання дослідження поєднувальної здатності тварин різних генеалогічних структур породи та пошук біологічних маркерів і зоотехнічних методів раннього прогнозування відгодівельних та м'ясних якостей. Мета роботи — дослідити показники відгодівельних та м'ясних якостей молодняку свиней великої білої породи, біохімічні показники сироватки крові та розрахувати рівень кореляційних зв'язків між зазначеними групами кількісних ознак.

Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської обл., м'ясокомбінаті «Джаз», науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету та лабораторії тваринництва ДУ «Інститут зернових культур НААН». Об'єктом дослідження був молодняк свиней великої білої породи угорського походження. Тварин за відгодівельними і м'ясними якостями оцінювали з урахуванням показників: середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм; довжина охолодженої туші, см.; довжина беконної половини охолодженої туші, см. Комплексну оцінку молодняку свиней за відгодівельними і м'ясними якостями проводили за індексом Тайлора:

$$I_t = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L),$$

де I_t — індекс Тайлора, балів;

K — середньодобовий приріст живої маси, кг;

L — товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм;

242; 4,13 — постійні коефіцієнти [цит. за П. А. Ващенко, 2019].

У сироватці крові тварин 5-місячного віку досліджували такі показники: активність лужної фосфатази (од/л) та вміст загальних ліпопротеїдів (мг%) [Влізло В. В. та ін., 2012]. Біометричні показники розраховували за загальноприйнятими методиками [Ковалеко В. П., Халак В. І., Нежлученко Т. І., Папакіна Н. С., 2010].

Установлено, що біохімічні показники сироватки крові відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин. Активність лужної фосфатази становить $119,40 \pm 7,373$ од/л ($C_v=21,39\%$), вміст загальних ліпопротеїдів — $538,91 \pm 25,99$ мг% ($C_v=16,71\%$).

Аналіз результатів контрольної відгодівлі молодняку свиней великої білої породи свідчить ($n=42$), що середньодобовий приріст живої маси тварин за обліковий період становить $780,4 \pm 5,91$ г ($C_v=4,91\%$), вік досягнення живої маси 100 кг — $177,5 \pm 0,80$ діб ($C_v=2,95\%$), товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців — $20,7 \pm 0,34$ мм ($C_v=10,68\%$), довжина охолодженої туші — $96,6 \pm 0,35$ см ($C_v=1,77\%$), довжина беконної половини охолодженої півтуші — $85,2 \pm 0,50$ см ($C_v=2,88\%$). Індекс Тайлора коливається у межах від 126,13 до 172,10 бала.

Вірогідні кореляційні зв'язки встановлено також між такими парами ознак: вміст загальних ліпопротеїдів \times середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ($r = -0,342 \pm 0,1452$; $tr=2,35$); вміст загальних ліпопротеїдів \times вік досягнення живої маси 100 кг ($r = +0,311 \pm 0,1485$; $tr=2,09$), активність лужної фосфатази \times довжина охолодженої туші ($r = -0,607 \pm 0,1038$; $tr=5,85$), активність лужної фосфатази \times довжина беконної половини охолодженої півтуші ($r = -0,384 \pm 0,1401$; $tr=2,74$), активність лужної фосфатази \times вік досягнення живої маси 100 кг ($r = +0,473 \pm 0,1277$; $tr=3,70$), активність лужної фосфатази \times середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ($r = -0,362 \pm 0,1429$; $tr=2,53$). Кількість вірогідних кореляційних зв'язків між біохімічними показниками сироватки крові, відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней великої білої породи дорівнює 60,0%. Це свідчить про можливість використання зазначених показників інтер'єру для раннього прогнозування відгодівельних і м'ясних якостей у тварин цього виду.

Таким чином встановлено, що молодняк свиней великої білої породи підконтрольного стада характеризується достатньо високими показниками відгодівельних і м'ясних якостей. За ознаками, які є обов'язковими під час проведення бонітування свиноматок і кнурів-плідників (додаток 11 до пункту 4.5.3 Інструкції з бонітування свиней), вони належать до I класу та класу «еліта», а біохімічні показники сироватки крові відповідають фізіологічній нормі клінічно здорових тварин. Наявність 60,0% вірогідних кореляційних зв'язків між ознаками інтер'єру, відгодівельними і м'ясними якостями свідчить про можливість використання їх у селекційно-плеємній роботі.

Ключові слова: молодняк свиней, біохімічні показники, відгодівельні та м'ясні якості, кореляція

Вплив дієти з високим вмістом жирів і фруктози на гліколіз і фруктоліз та коригувальний ефект альфа-кетоглутарату

О. Дем'янчук, Д. Господарьов, М. Ватащук, М. Лилик, М. Байляк
vataschuk2016@ukr.net

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Дієти, багаті на жири та вуглеводи, широко використовуються для вивчення ожиріння та пов'язаних з ним метаболічних розладів. Печінка є основним органом у ссавців, який відповідає за обмін речовин, що надходять з їжею і поглинаються організмом з кишечника. Печінка першою з усіх органів реагує на висококалорійну дієту. При регулярному споживанні висококалорійної їжі з високим вмістом фруктози можливий розвиток метаболічних розладів, пов'язаних, зокрема, з порушенням роботи печінки. Для лікування подібних розладів пропонують біологічно активні добавки, зокрема аніон органічної кислоти альфа-кетоглутарату.

Ми вивчали вплив дієти з високим вмістом жирів і фруктози (ВКД) на основні шляхи обміну вуглеводів та жирів — гліколіз, пентозофосфатний шлях і накопичення запасних ліпідів в печінці мишей, а також оцінювали здатність альфа-кетоглутарату запобігати змінам, спричиненим ВКД. Мишей годували протягом восьми тижнів стандартною дієтою (10% калорій отримано від жиру) або ВКД (45% калорій отримано від жиру, 15% калорій від фруктози) з 1% альфа-кетоглутаратом (АКГ) у питній воді або без нього.

Ні ВКД, ні контрольна дієта з АКГ, ні комбінація ВКД і АКГ не впливали на рівень триацилгліцеридів. Миші, які перебували на контрольній дієті з АКГ, мали на 37% нижчий рівень холестеролу, ніж у контрольній групі (контрольна дієта без АКГ). Рівень глікогену, основного запасного вуглеводу в печінці, був на 40% вищим у мишей, які перебували на ВКД, але на 50% нижчим у мишей, які перебували на ВКД з АКГ, порівняно зі значеннями контрольної групи. Гексокіназна активність не змінювалась під впливом ВКД, але була на 24% і 46% вищою у мишей, які отримували стандартний корм з АКГ або перебували на ВКД з АКГ відповідно порівняно з контрольною групою. Активність фруктокінази була на 31% вищою в мишей на ВКД порівняно з контрольною групою, тоді як значення для груп, які споживали АКГ, не відрізнялись від контролю. Миші, які споживали ВКД з АКГ, мали на 15–23% вищу активність фосфотрикарбоксилаткінази, ніж інші групи мишей. Миші, які споживали ВКД, показали на 77% і 90% вищі активності піруваткінази і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази відповідно. Альфа-кетоглутарат не впливав на активність цих ферментів. Встановлено також, що особини, які споживали ВКД, стандартну дієту з АКГ та ВКД з АКГ мали, відповідно, на 87%, 71% та 91% нижчі рівні мРНК гену *PDK4*, який кодує регуляторний фермент кіназу піруватдегідрогенази 4, порівняно з контролем. Проте експресія генів *PDK2* (кіназа піруватдегідрогенази 2) та *PPARGC1A* (*PGC-1α*; коактиватор факторів транскрипції, які відповідають за біогенез мітохондрій) не відрізнялася у контрольній і дослідних груп.

Фруктоза катаболізується шляхом, що призводить до утворення дигідроксиацетонфосфату (ДОАФ) і гліцеролу. Вища активність фруктокінази у мишей на ВКД підтвердила, що цей фермент є індукованим і відіграє важливу роль в умовах надлишку фруктози. Водночас активності гексокінази та фосфотрикарбоксилаткінази не змінювалась за впливу ВКД. Проте ВКД також призводила до збільшення активності піруваткінази та підвищення рівня експресії гену *PDK4*. Це узгоджується з результатами попередніх досліджень, в яких було знайдено асоціацію піруваткінази з біосинтезом ліпідів (ліпогенезом). Раніше було також помічено, що зниження рівня експресії *PDK4* пов'язане з ліпогенезом. АКГ чинить помірний вплив на метаболізм, спричинений ВКД, прямо чи непрямо інгібуючи фруктокіназу.

Ключові слова: альфа-кетоглутарат, печінка, висококалорійна дієта, гліколіз, фруктоліз

Репродуктивні показники кролематок за використання сполук сульфуру

А. З. Дичок-Нідзельська, Я. В. Лесик

lesykyv@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У промисловому кролівництві невирішеною проблемою є короткий період використання кролематок. Статистичні дані з розведення кролів у світі свідчать про вибракування до 80% основного поголів'я кролематок упродовж року, що створює проблеми у плануванні окролів та підвищує вартість продукції кролів. Основною причиною великого відсотка вилучення кролематок основного стада дослідники встановили незбалансовану годівлю за усіма компонентами живлення, у тому числі й мінеральними речовинами. Тому зараз багато досліджень проводиться з визначення різних показників крові як найшвидшого маркера, який показує стан організму кролематок. Метою проведеного експерименту було з'ясувати вплив випоювання сульфуру цитрату та сульфату натрію за 14 діб до осіменіння і до 20-ї доби лактації на репродуктивну здатність кролематок та збереженість приплоду до 40-ї доби життя.

Для дослідження було сформовано три групи кролематок другого окролу породи *Нула* в умовах промислового господарства ТзОВ «Горлиця», с. Добряни Городоцького р-ну Львівської обл. Кролематкам контрольної групи згодовували без обмеження повнораціонний гранульований комбікорм з вільним доступом до води. Тваринам I дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і впродовж доби випоювали сульфур цитрат з розрахунку 8 мкг S/кг маси тіла. Самцям II дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і з водою задавали сульфат натрію (Na_2SO_4) в кількості 40 мг S/кг маси тіла. Додатки кролематкам випоювали за 14 діб до осіменіння і до 20-ї доби лактації. Репродуктивну здатність кролематок та збереженість кроленят контролювали за 14 діб до осіменіння і до 40-ї доби життя кроленят.

Встановлено, що на 1-у, 20-у і 40-у доби життя кроленят їхня кількість у I і II дослідних групах була вищою від контролю з перевагою у першій дослідній групі, які споживали цитрат сульфуру. Отримані результати дослідження більшої кількості кроленят при народженні можуть свідчити про активацію гормональної активності, що сприяло поліовуляції та заплідненню більшої кількості яйцеклітин і розвитку плодів до народження. Необхідно зазначити, що тенденція до більшої кількості кроленят була збережена до 40-добового віку. Це може вказувати про опосередкований вплив органічної сполуки сульфуру на життєздатність приплоду. Середня маса одного кроленяти у гнізді на 1-у, 20-у і 40-у доби перевищувала на 1,8; 5,2 і 6,4% кроленят, віднесених до контролю. Середня кількість продукovanого молока кролематок I і II дослідних груп була вищою, відповідно, на 10,2% і 6,6% за добу і за 20 діб лактаційного періоду порівняно з контролем. Збереженість кроленят у I і II дослідних групах була вищою, відповідно, на 6,4 і 6,4% та 3,6 і 4,4% на 20-у і 40-у доби життя кроленят порівняно з контрольною групою. Літературні джерела відзначають пряму залежність маси тіла кроленят з молочною продуктивністю кролематок. У наших дослідженнях встановлено кореляцію між молочністю кролематок, масою тіла та збереженістю кроленят до 40-добового віку.

Отже, випоювання кролематкам сульфуру цитрату з розрахунку 8 мкг S/кг маси тіла за 14 діб до осіменіння і до 20 доби лактації впливає на багатоплідність, великоплідність та збереженість кроленят до 40-добового віку.

Вплив *Eimeria* spp. з різним рівнем інтенсивності інвазії на мікробіологічні показники м'яса кролів

Ю. Дуда, К. Ревуцька

dudajulia1976@gmail.com

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Еймеріоз (кокцидіоз) кролів — широко розповсюджене паразитарне захворювання, яке навіть за субклінічного перебігу завдає істотних економічних збитків галузі кролівництва через затримку росту та розвитку тварин, а також їх загибель, що призводить до недоотримання продукції — м'яса, хутра, кроленят, вибракування уражених органів, затрати на проведення лікувальних заходів. Згідно з науковими публікаціями багатьох вчених, еймеріоз кролів реєструють в усіх країнах світу (зокрема в Україні) і в більшості з них триває активна боротьба з цією хворобою. Дедалі частіше кокцидіоз кролів реєструють у змішаній формі. Поліінвазія з одночасним паразитуванням печінкового та кишкових видів еймерій призводить до глибоких функціональних порушень шлунково-кишкового каналу, інтоксикації, зниження імунітету та дисбіозу.

Мета нашого дослідження полягала у вивченні впливу *Eimeria* spp. з різним рівнем інтенсивності інвазії на мікробіологічні показники м'яса кролів.

Дослід проводили з визначенням органолептичних і мікробіологічних показників м'яса кролів відповідно до «Правил передзабійного ветеринарного огляду та ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів» (2002 р). Передзабійний огляд туш кролів і післязабійну ветеринарно-санітарну експертизу продуктів забою здійснювали згідно з ДСТУ 8381:2015 «М'ясо та м'ясні продукти», ДСТУ ISO 6888-1:2003 — мікробіологічні дослідження м'яса. У Дніпропетровській регіональній державній лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів нами були проведені мікробіологічні дослідження. З використанням програми *Microsoft Excel-16* здійснювали статистичну обробку експериментальних результатів.

Матеріалом для дослідів були аналогові групи кролів-самців 3–5-місячного віку каліфорнійської породи в кількості 15 тварин. Ідентифікацію ооцист роду *Eimeria* проводили на підставі морфологічних характеристик; при цьому були виявлені такі види, як *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. stiedae*. Для визначення рівня ураженості кролів їхні екскременти досліджували за методом Мак-Мастера. Тварин було поділено на такі групи: контрольна (клінічно здорові тварини) та дві дослідні (хворі на еймеріоз тварини) з різним рівнем інвазованості.

Під час копрологічних досліджень виявлено, що хворі на еймеріоз кролі мали різний рівень інтенсивності інвазії (II): перша дослідна — низький рівень, II=823,89±112,88 ооцист в 1 г фекалій; друга дослідна — високий рівень, II=69787,50±28479,34 ооцист в 1 г фекалій. У фекаліях контрольної групи тварин ооцист еймерій не виявляли.

Для оцінки безпечності м'яса використовували бактерії групи кишкової палички (БГКП), які є санітарно-показовими мікроорганізми. Під час проведення бактеріологічного дослідження м'яса в усіх досліджуваних зразках не виявлено наявності патогенних мікроорганізмів *Salmonella* та *Listeria monocitogenes*.

КМАФАнМ була найбільшою в м'ясі кролів з високим рівнем інвазованості *Eimeria* spp.: 343 тис. мікробних клітин в 1 г, ніж у кролів з низькою інвазованістю — 26 тис. мікробних клітин в 1 г, тоді як у клінічно здорових тварин — 11 тис. мікробних клітин в 1 г. На нашу думку, підвищення мікробного обсіменіння м'яса пов'язано з рівнем інвазованості паразитами тварин. КМАФАнМ дослідженої кролятини від хворих тварин з високою інтенсивністю інвазії перевищує норму у понад 30 разів, а з низькою — у 2,36 раза. Результати цих досліджень вказують на те, що еймерії сприяють мікробному обсіменінню м'яса.

Отже, зі зростанням рівня інвазованості кролів збудниками *Eimeria* spp. підвищується мікробне обсіменіння м'яса.

Ключові слова: еймерії, інтенсивність інвазії, мікробіологічні показники, м'ясо, кролі

Вплив похідного бензофурану у комбінації з полімерним носієм *in vivo* та *in vitro* на життєві параметри мишей з лімфомою NK/Ly

В. Зінченко, М. Бура, М. Попович, В. Гренюх, А. Бабський

zvalvla@gmail.com

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Онкологічні захворювання посідають друге місце у світі серед причин смертності населення після серцево-судинних хворіб. У зв'язку з цим, інтенсивний пошук та синтез нових ефективних протипухлинних препаратів [Finiuk, 2017] є актуальним. Перспективною групою речовин із широким спектром дії є похідні тіазолів, які проявляють протигрибкову, противірусну, протизапальну та антидепресивну активність [Туров, 2012]. Особливий інтерес становлять похідні 2-аміно-5-бензил-1,3-тіазолу як потенційні протипухлинні препарати. Наявні у їхній структурі тіазольні та бензофуранові гетероцикли можуть визначати цитотоксичні властивості речовин і їхню специфічність [LeBleu, 2014]. Попередньо співробітники встановили виражену цитотоксичну дію новосинтезованих похідних тіазолу на окремі лінії пухлинних клітин [Finiuk, 2017; 2018].

Метою роботи було дослідити вплив похідного тіазолу (N-(5-бензил-1,3-тіазол-2-іл)-3,5-диметил-1-бензофуран-2-карбоксамід, БФ) на життєві параметри мишей з лімфомою NK/Ly, а також дослідити цитотоксичність похідних тіазолу щодо різних культур пухлинних клітин. Досліджувану речовину сполучали з полімерними носіями різних типів, які підвищують розчинність фінального комплексу та дозволяють речовині краще проникати у досліджуваний організм [Heffeter, 2013].

Дослідження проводили на нелінійних мишах-самцях масою 20–30 г з привитою лімфомою NK/Ly. Миші розділено на 11 груп, яких утримували у 2 клітках з рівномірним представленням особин кожної групи. Асцитну форму лімфоми прищеплювали методом внутрішньочеревної інокуляції. На наступний день після інокуляції мишам-пухлиноносіям впродовж 10 днів внутрішньочеревно вводили розчин речовини у кінцевій концентрації 1 мг/кг живої маси, кожен другий день — в об'ємі 200 мкл. Упродовж експерименту щоденно вимірювали масу кожної особини. На підставі цих даних розраховували середню тривалість життя миші у кожній групі та усереднені зміни нормалізованої маси протягом експерименту.

Для електронної мікроскопії суспензію клітин лімфоми промивали какодилатним буфером (0,2 моль/л) та фіксували 1,5% розчином глутарового альдегіду на какодилатному буфері (2 год.) і 1% розчином OsO₄ (2 год.), також виготовленим на какодилатному буфері. Після цього зразки переносили в 1,5% водний розчин уранілацетату на 12 год. Фіксовані зразки промивали і зневоднювали за кімнатної температури у зростаючих концентраціях етанолу (від 70 до 100°). Зневоднені зразки поміщали на 48 год. у чисту епоксидну смолу за температури 40 та 60°С. Зрізи виготовляли за допомогою ультрамикротому УМТП-6М. Контрастували зрізи в 1,5% розчині уранілацетату, виготовленому на 70° етанолі, і фотографували на трансмісійному електронному мікроскопі ПЭМ-100 (Електрон-SELMI, Україна). Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми MS Excel, визначаючи *t*-коефіцієнт Стьюдента. Вірогідною вважали різницю між групами даних з $P \leq 0,05$.

У результаті проведених досліджень встановлено, що в мишей групи 1 (контроль) упродовж експерименту маса рівномірно зростала до 138% від маси до початку експерименту. У мишей 2 групи (лімфома контроль) маса тіла також зростала до 150% (10-й день), та 178% (20-й день). У мишей 9 групи (введення БФ+А24ПЕГ) маса зростала до 162% (10-й день); 187% (20 день); 179% (22-й день). У мишей 10 групи (введення БФ+поліПЕГМА475) маса зростала зі 100% до 148% (10-й день), 174% (20-й день) та 206% (24-й день). У мишей 11 групи (введення БФ+полі(ПЕГМА-ко-ДММ)) маса тіла зростала до 160% (10-й день), 223% (20-й день) та 219% (26-й день). Отже, встановлено, що в результаті введення наноносіїв тривалість життя мишей у перелічених групах, порівняно з контролем, становила в середньому 21,1±1,2 дні.

Також встановлено, що у концентрації 10 мкмоль/л БФ зумовлює деструктивні зміни клітин лімфоми переважно апоптичного типу. Зокрема, клітини зменшувалися в розмірах і втрачали свою еліптичну форму. Спостерігали деформацію ядра, зменшення його розмірів, руйнування плазматичної мембрани, набряк крист мітохондрій. У концентрації 50 мкмоль/л БФ зумовлює деструктивні зміни клітин лімфоми також апоптичного типу. Зокрема клітини деформувалися, ядра та плазматичні мембрани руйнувалися; відбувалося збільшення кількості мітохондрій та лізосом, або ж, навпаки, зареєстровано їхню відсутність.

Отже, введення досліджуваної речовини мишам-пухлиноносіям *in vivo* спричиняло зростання маси чи тривалості життя мишей порівняно з контрольною групою мишей. На підставі електронно-мікроскопічних досліджень встановлено, що похідні тіазолу призводять до таких проявів цитотоксичності, як фрагментація і дезінтеграція ядра, руйнування плазматичної мембрани, набряк крист мітохондрій, апоптоз та фагоцитоз, що узгоджується з попередніми дослідженнями.

Ключові слова: похідні тіазолу, миші, лімфома NK/Ly, маса тіла, ультраструктура

Аналіз динаміки чисельності поголів'я птиці в Україні

О. Касяненко, О. Нестеренко

nesterenkolena17@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Птахівництво в Україні є перспективним напрямом агробізнесу, що обумовлюється економічною ефективністю ведення галузі. Перспективність і динамічність птахівництва є результатом високої плодovitості і скоростиглості птиці. В Україні налічують значну кількість птахогосподарств різної потужності, які спеціалізуються на вирощуванні та утриманні птиці. Також в Україні значно поширене вирощування птиці в умовах особистих господарств населення.

Ми проаналізували дані Державної служби статистики України щодо загальної кількості поголів'я свійської птиці в Україні, яку утримують в умовах господарств усіх категорій по регіонах без урахування тимчасово окупованих станом на 01 січня 2022 р. (<http://www.ukrstat.gov.ua/>).

Згідно з даними державної служби статистики України, загальна кількість поголів'я птиці в Україні станом на 01 січня 2022 р. становила 202243,1 тис. і має незначну тенденцію до збільшення порівняно з 2021 р. — 200651,1 тис., що складає 100,8%. Найбільша кількість поголів'я птиці в господарствах усіх категорій зосереджена у Вінницькій та Черкаській обл. — 38064,2 тис. та 25423,8 тис. відповідно. Тенденцію до збільшення поголів'я в 2022 р. зареєстровано у більшості адміністративних територій України: Вінницькій обл. — 113,2%, Дніпропетровській — 105,6%, Львівській — 112,3%, Миколаївській — 101,9%, Полтавській — 112,1%, Сумській та Черкаській — 101,2% і 101,7% відповідно.

Загальна кількість поголів'я птиці в Україні в 2022 р. складає 202243,1 тис. проти 200651,1 тис., що становить 100,8%. Найбільша кількість поголів'я птиці в господарствах усіх категорій зосереджена у Вінницькій та Черкаській обл. — 38064,2 тис. і 25423,8 тис. відповідно. Тенденцію до збільшення поголів'я в 2022 р. зареєстровано у більшості адміністративних територій України: Вінницькій обл. — 113,2%, Дніпропетровській — 105,6%, Львівській — 112,3%, Миколаївській — 101,9%, Полтавській — 112,1%, Сумській та Черкаській — 101,2% та 101,7% відповідно.

В 2022 р. зареєстровано збільшення чисельності поголів'я птиці, утримуваної в умовах птахогосподарств, порівняно з минулим роком — на 103,4%. Ці показники становлять 113478,9 тис. у 2022 р. проти 109737,0 тис. у 2021 р. Динаміку збільшення поголів'я птиці, утримуваної в умовах господарств, у 2022 р. у % до 2021 р. виявили в таких областях: Вінницькій — 117,8%, Волинській — 100,7%, Дніпропетровській — 108,8%, Закарпатській — 123,7%, Львівській — 126,0%, Миколаївській — 138,6%, Полтавській — 129,6%, Черкаській — 102,3%. Найбільше збільшення чисельності поголів'я птиці, яку утримують в умовах промислового птахівництва протягом звітного періоду, виявлено в Чернігівській обл. — 140,4%.

Також ми проаналізували дані щодо кількості поголів'я свійської птиці, зосередженої в особистих господарствах населення України станом на 01.01.2022 р. В більшості областей України виявлено негативну динаміку щодо чисельності поголів'я птиці, що пов'язано з певними економічними факторами. Варто зазначити, що найбільша кількість поголів'я птиці зосереджена у Київській і Вінницькій обл. — 8856,3 тис. і 7684,6 тис., а найменша в Миколаївській — 1625,6 тис., в Одеській — 1779,9 тис., Запорізькій — 1755,3 тис. Варто зазначити, що декількох областях встановлено нарощування чисельності поголів'я всіх видів птиці, яку утримує населення в особистих господарствах: Львівська — 101,4%, Полтавська — 103,3%, Рівненська — 100,1% та Сумська — 101,8%. Загалом по Україні поголів'я свійської птиці скоротилося на лише 2,4% порівняно з 2021, тоді як у минулому 2021 р. більшість поголів'я свійської птиці утримували в особистих господарствах населення і вона демонструвала тенденцію до зростання на рівні 5%. Більшість поголів'я була зосереджена в Київській обл.

Тенденцію до збільшення чисельності поголів'я свійської птиці, утримуваної в особистих господарствах населення, також реєстрували у Львівській і Черкаській обл., показники співвідношення поголів'я 2021 р. у % до 2020 р. становлять 2,0% і 2,7% відповідно.

Доступність утримання свійської птиці м'ясних порід зумовлює підвищений попит у населення. Цей вид зайнятості має особливості порівняно з іншими галузями сільського господарства. Зацікавленість населення викликає прискорений оборот вкладених матеріальних ресурсів, швидке повернення капіталовкладень. Найпоширенішими є м'ясні кроси птиці Кобб-500, Рос-307, Рос-308, Гібро. Отже, поголів'я свійської птиці, утримуваної у всіх категоріях господарств в Україні, станом на 01 січня 2022 р. складало 202243,1 тис. і мало незначну тенденцію до збільшення порівняно з 2021 р. — на 0,8%. Поголів'я птиці, яку утримують в умовах спеціалізованих підприємств, збільшилося на 3,4%, тоді як чисельність поголів'я птиці, утримуваної в умовах особистих господарств населення, загалом скоротилося на 2,4%.

Ключові слова: птиця, поголів'я, область, кількість

Показники фосфоліпідного складу плазми крові щурів за впливу етилтіосульфанілату на фоні Хром(VI)-індукованої токсичності

Б. Котик, Р. Іскра, Н. Любас

kicyniabo@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Сполуки Хрому (Cr) широко розповсюджені у навколишньому середовищі та активно використовуються у різних галузях, зокрема у промислових цілях. Cr(VI) характеризується високим рівнем токсичності щодо екосистеми та живих організмів. За своєю структурою він подібний до сульфату, що дозволяє без перешкод потрапляти у клітину сульфатними каналами. Літературні дані свідчать про те, що дія біхроматів та сполук Cr(VI) призводить до оксидативного стресу, пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), а також порушень ліпідного обміну. Етилтіосульфанілат (ЕТС) є представником класу сульфуроорганічних сполук тіо-сульфонатів та синтетичним аналогом природних БАП, виділених з часнику (*Allium sativum*), цибулі (*Allium cepa*), різних видів капусти та глибоководного їжака (*Echinocardium cordatum*). Попередні наші дослідження свідчать про те, що ЕТС ефективно знижує інтенсивність Cr(VI)-індукованого ПОЛ, а також частково стабілізує Cr(VI)-індуковані порушення ліпідного складу у крові щурів. Тому метою наших досліджень було з'ясувати вплив ЕТС на показники фосфоліпідного складу у плазмі крові щурів за токсичної дії Cr(VI).

Дослідження проводили на щурах самцях лінії *Wistar*, розділених на 7 груп по 5 тварин у кожній. Тваринам I групи (інтактний контроль) щоденно внутрішньоочеревинно (в/о) вводили 150 мкл фізрозчину (ф-ну) протягом 7 діб. Тваринам III та IV груп в/о щоденно вводили $K_2Cr_2O_7$, розчинений у 150 мкл ф-ну, у перерахунку 2,5 мг Cr(VI)/кг маси тіла протягом 7 діб (III група) та 14 діб (IV група). Тваринам II групи щоденно внутрішньощлунково (в/ш) вводили 1 мл олії протягом 14 діб, після цього щоденно в/о вводили 150 мкл ф-ну протягом 7 діб. Тваринам V групи в/ш щоденно вводили 1 мл олійного розчину ЕТС у перерахунку 100 мг/кг маси тіла протягом 14 діб, після цього в/о щоденно вводили 150 мкл ф-ну протягом 7 діб. Тваринам VI, VII груп щоденно в/ш вводили 1 мл олійного розчину ЕТС (100 мг/кг) протягом 14 діб, після цього щоденно в/о вводили 150 мкл р-ну $K_2Cr_2O_7$ (2,5 мг Cr(VI)/кг) протягом 7 діб (VI група) та 14 діб (VII група). Матеріалом для досліджень слугувала плазма крові щурів, у якій визначали окремі класи фосфоліпідів методом тонкошарової хроматографії на силікагелі. Визначали % вмісту таких класів фосфоліпідів: фосфатидної кислоти (ФК), фосфатидилетаноламіну (ФЕА), фосфатидилінозиту (ФІ), фосфатидилхоліну (ФХ), фосфатидилсерину (ФС), сфінгомієліну (СФМ) та лізофосфатидилхоліну (ЛФХ). Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою програми *Microsoft Excel*, використовуючи метод *one-way ANOVA*.

Вміст фосфатидної кислоти (ФК) зростав на 45% (III група) та 12% (IV група) відповідно щодо показників I групи. Вміст ФЕА знижувався на 17% у III групі відповідно до показників I групи, проте концентрація ФЕА у IV групі залишалася на рівні показників I групи. Зростання вмісту ФЕА спостерігалось у V (на 23%) та VII (на 20%) групах щодо показників II групи, проте концентрація ФЕА у VI групі залишалася на рівні показників II групи. Вміст СФМ зростав у III групі (на 17%) порівняно з I групою, проте концентрація СФМ у IV групі залишалася на рівні показників I групи. Рівень СФМ знижувався у V групі (на 8%) і VII групі (на 19%) щодо показників II групи. Проте відсотковий вміст СФМ збільшувався у VI групі (на 37%) порівняно з показниками II групи. Діапазон зміни показників відсоткового вмісту ФХ в усіх дослідних групах залишався у межах <10%. Також статистично вірогідних змін у показниках відсоткового вмісту фосфоліпідів усіх інших класів ми не виявили.

Аналіз фракцій фосфоліпідів вказує на різносторонню дію 7- та 14-добового введення $K_2Cr_2O_7$ щодо вмісту класів окремих фосфоліпідів у плазмі крові тварин. Дія Cr(VI) супроводжується зниженням вмісту ФЕА та СФМ за 7-добової дії, проте після 14-добового впливу вміст відповідних фракцій повертається до рівня контрольних значень. Також Cr(VI)-індукована токсичність супроводжувалася зростанням фракції ФК протягом двох періодів введення $K_2Cr_2O_7$. ЕТС зокрема призводив до накопичення вмісту ФЕА та незначного зниження відсотка СФМ. Попередній вплив ЕТС стимулює процеси накопичення ФЕА за подальшого 14-добового впливу $K_2Cr_2O_7$ та нівелює Cr(VI)-індуковане зниження вмісту ФЕА за 7-добового токсичного впливу $K_2Cr_2O_7$. Проте попередньої дії досліджуваної дози ЕТС недостатньо для стабілізації вмісту фракції СФМ за 7- та 14-добової $K_2Cr_2O_7$ -індукованої токсичності.

Ключові слова: Хром шестивалентний, етилтіосульфанілат, класи фосфоліпідів

Порівняльна ефективність засобів корекції неплідності кнурів

В. Кошевой, С. Науменко

vsevolod_koshevoy@yahoo.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Засоби корекції репродуктивної здатності самців представлені широким спектром сполук різноспрямованої дії. Поширеними у використанні є гормональні, монокомпонентні або комплексні вітамінні, мінеральні та антиоксидантні препарати, кормові добавки. Вони різняться за біодоступністю, вартісними й іншими характеристиками. [Knecht et al., 2017; Zhu et al., 2022] Високоєфективними є комплексні вітамінно-гормональні препарати, зокрема «Карафанд», діючими речовинами якого є каротиноїди й біологічно активні речовини з кореневища аїру болотного (*Acorus calamus*). Його застосування сприяє нормалізації якісних показників сперми самців, активізації їх гормонального фону [Кошевой та ін., 2018; Науменко, 2020; Skliarov et al., 2021]. Перспективним напрямом у створенні засобів корекції розладів статевих системи є розроблення наноматеріалів, які виявляють редоксактивні властивості — наприклад, церію діоксиду, і на основі ванадатів рідкісноземельних елементів. Доведено позитивний вплив наночастинок ортованадатів, активованих Європієм, на самців щурів [Karpenko et al., 2013], наявність у них спермо-моделювальної дії, простато- і геропротекторних властивостей [Karpenko et al., 2020; Chystiakova et al., 2021; Nikitchenko et al., 2021]. Метою нашої роботи була порівняльна оцінка впливу засобів, які використовують для корекції неплідності самців — вітамінно-гормонального препарату «Карафанд» і наночастинок гадолінію ортованадату, активованих Європієм, на гермінативно-ендокринну функцію статевих залоз плідників.

Дослідження виконано на кафедрі ветеринарної хірургії та репродуктології Державного біотехнологічного університету. Кнурам, які належали господарствам приватної форми власності, вводили препарат «Карафанд» (ТУ У 24.4-1452420732-005:2010) у дозі 20,0 см³ на тварину (дослідна група I) і наночастинок гадолінію ортованадату розміром 25×8 нм зерноподібної форми у дозі 0,0125 мг на кг живої маси (дослідна група II) упродовж 14 діб; тварини контрольної групи отримували стандартний раціон. Наноматеріали, використані у дослідженні, було отримано за договором про науково-практичне співробітництво з відділом наноструктурних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАНУ. Оцінку якості сперми кнурів проводили непрямим методом, що охоплював визначення якісних показників еякулятів одразу після забору. Сперму одержували на штучну вагіну і під час визначення об'єму еякуляту градуйованим циліндром враховували тільки профільтровану від секрету куперових залоз частину, отриману величину виражали у мл. Колір визначали візуально, оглядаючи на світло крізь стінку циліндру. При цьому визначали наявність домішок, оцінювали запах і консистенцію сперми. Рухливість спермій виражали в балах і визначали у роздавленій краплі за 10-бальною шкалою. Концентрацію статевих клітин в еякуляті встановлювали за допомогою лічильної камери Горяєва з глибиною 0,1 мм після розрідження у колбі в 20 разів і виражали у млрд/мл або млн/мл. Кількість рухливих спермій в еякуляті обчислювали математично, враховуючи показники рухливості (бали), концентрації (млрд/мл) та об'єм еякуляту (мл), отримані значення виражали у млрд. Вміст спермій із морфологічними аномаліями визначали мікроскопічно за допомогою мікроскопу *LEICA DM 2500*, використовуючи об. ×15, ок. ×40, за стандартною формулою [Харенко зі співавт., 2010]. Рівень загального тестостерону у сироватці крові кнурів визначали імунохемілюмінесцентним методом. Статистичну обробку результатів проводили за *t*-критерієм Стьюдента.

Порівняльною оцінкою ефективності застосування наночастинок гадолінію ортованадату з вітамінно-гормональним препаратом «Карафанд» встановлено, що наявність комплексного позитивного впливу обох засобів на андро- і сперматогенез у кнурів за гіпофертильності характеризується різноспрямованістю дії — введення наночастинок сприяє переважному збільшенню рухливості спермій на 35,5% ($P<0,01$) і їхньої концентрації на 8,3% ($P<0,01$), тоді як використання препарату «Карафанд» забезпечило об'єм еякуляту на 23,1% ($P<0,001$) і зменшує вміст спермій із морфологічними аномаліями на 48,9% ($P<0,001$). Обидва засоби посилюють стероїдогенез, що визначається зростанням рівня тестостерону у сироватці крові: за введення НЧ — на 98,8%, за застосування «Карафанду» — у 2,5 рази ($P<0,001$).

Отже, використання засобів корекції неплідності самців — таких, як наночастинок гадолінію ортованадату й препарат «Карафанд», показало значний клініко-біохімічний ефект, що потребує подальшого вивчення на мікроструктурному рівні для з'ясування їхнього впливу на морфологію статевих залоз кнурів, а також детального розкриття механізмів дії.

Ключові слова: статеві системи, якість сперми, наночастинок, вітаміни, гормони

Determination of cytotoxic activity of rabbit blood lymphocytes on the example of MTT assay

A. Kravchenko

nastghoul@gmail.com

National university of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Lymphocytes are agranular leukocytes that perform the function of recognizing foreign proteins (antigens) and participating in the body's immune response, including the destruction of tumor cells, cells infected with viruses and other damaged cells of the body. To assess the effectiveness of the functional state of lymphocytes, among other things, determine the level of their cytotoxic activity.

The aim of the study in performing the MTT assay is to assess the body's immune response at the stages of immune cytolysis of target cells. The cytotoxic activity of effector cells was determined in the MTT assay because this method is affordable and relatively simple, does not require high costs and high-tech equipment, which is very important in today's funding conditions for research institutions.

MTT assay is used to quantify colorimetric proliferative and cytotoxic activity of mammalian cells. The method is based on the fact that mitochondrial enzymes (dehydrogenases) of the electron transport chain in viable cells in which mitochondrial activity is preserved, convert the substrate added to cell culture — MTT-tetrazolium salt (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide) yellow — in crystalline MTT-formazan purple.

MTT assay is one of the ways to assess the activity of the immune process — cytolysis of target cells. Under influence of antibodies and other opsonins this process in the body is more active. The greater this cytotoxic activity, the higher the body's resistance to infections and atypical cells. Therefore, this indicator of the functional activity of lymphocytes has not only diagnostic, but also prognostic value in the treatment of animals.

Lymphoid cells were obtained by gradient centrifugation method of a suspension of rabbit spleen cells on a phycol-verograph ($\rho=1,077$). The reaction itself is as follows: 0.1 ml of a suspension of standardized target cells (CT) (sarcoma-37 cells at a concentration of 30 thousand/ml) is applied to the well of the microplate and then 0.1 ml of a suspension of test lymphoid cells at a concentration of 100 thousand/ml. The ratio of target cell (CT) to effector cell (CE) is 1:3. The suspension is incubated in a thermostat for 18 hours under conditions of 5% CO₂, 100% humidity and +37°C. After incubation, 0.02 ml of MTT solution at a concentration of 5 mg/ml is added and incubated for 4 hours under conditions of 5% CO₂, 100% humidity and +37°C, then washed twice with saline at 4000 rpm for 15 minutes. After the last wash, 0.14 ml of 50% DMSO solution is added to dissolve the formed MTT formazan. The optical density of the samples is measured at $\lambda=540$ nm. All samples must be repeated in at least three replicates.

The cytotoxic index is calculated by the formula:

$$\frac{OD_e + OD_t - OD_{e+t}}{OD_e + OD_t} \times 100\%,$$

where OD_e — optical density in samples with CE;

OD_t — optical density in samples with CT;

OD_{e+t} — optical density in the experimental series.

After performing the MTT test, analyzing the data (cytotoxic index), we draw conclusions about the state of the body's immunity by assessing the functional activity of blood lymphocytes of the studied rabbit, which at low values may indicate a defective state of leukocyte cytolysis systems.

Determination of cytotoxic activity and intensity of cytolytic potential of lymphocytes by MTT assay allows to assess not only the state of the body's immune system, but also the ability to determine tactics and provide a forecast for the treatment of animals with various infectious and oncological pathologies.

Key words: immune cytolysis, MTT assay, lymphocytes, cytotoxic

Спостереження чайок (*Vanellus vanellus*) в агроценозах м. Дубляни (Львівська ОТГ)

К. Кремпа^{1,2}

krempakatia@gmail.com

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Чайка (*Vanellus vanellus* (Linnaeus, 1758)) — це представник родини Сивкові (*Charadriidae*) ряду Сивкоподібні (*Charadriiformes*). Довжина тіла птаха — до 35 см, вага — 180–225 г, довжина крила — 21,5–23,5 см. Це перелітний і гніздовий вид. Гніздиться у квітні-червні. Будує гнізда на землі: голому ґрунті, серед розрідженої рослинності, на купині або коров'ячому кізюку. Гнізда викладає стеблами, листями і кореневищами рослин, але іноді гніздовий матеріал у гнізді відсутній [І. М. Горбань, І. В. Шидловський, О. С. Гатина, Н. А. Пісюлінська, М. А. Сенік, 2009].

У кладці — 4 яйця. Повні кладки бувають у другій половині квітня-червні, можуть бути у липні. Насидження починається з першого яйця і триває 27–29 діб. Пташенята з'являються у травні-червні, статеві зрілості набувають протягом року. Живляться дощовими черв'яками, дрібними комахами і їхніми личинками, можуть їсти молюски, але рідко [І. М. Горбань, І. В. Шидловський, О. С. Гатина, Н. А. Пісюлінська, М. А. Сенік, 2009].

Птахи гніздяться на пасовищах, орних полях з вологими западинами, різних технічних водоймах з мілководдям [М. В. Банік, І. В. Шидловський, К. О. Редінов, Ю. М. Струс, 2019].

Через зменшення чисельності чайок в Україні і світі їх внесли до Європейського червоного списку з природоохоронним статусом «вразливий» [М. В. Банік, І. В. Шидловський, К. О. Редінов, Ю. М. Струс, 2019]. Причиною зменшення чисельності птахів є втрата придатних для гніздування територій, полювання хижаків, в тому числі вуличних собак і котів [Ю. Струс, І. Шидловський, 2016; М. Банік, 2016; М. В. Банік, І. В. Шидловський, К. О. Редінов, Ю. М. Струс, 2019].

На території Львівщини відомо 17 локалітетів і поодинокі локалітети гніздування чайок у різних біотопах — від свіжозораних полів до газонів дорожньої розв'язки. Але гніздування на таких ділянках є нестабільними у різні роки [Ю. Струс, І. Шидловський, 2015; Ю. Струс, І. Шидловський, 2016; М. В. Банік, І. В. Шидловський, К. О. Редінов, Ю. М. Струс, 2019].

Спостереження за птахами проводили у 2020–2022 рр. точковими, маршрутними обліками й обліками на трансектах (фінські трансекти) за загальноприйнятою методикою [Романов, 2005]. Точковий облік проводиться 5–10 хв. і під час нього обліковуюся всі види птахів, які на час обліку були чи пролітали в радіусі 25–50 м. Кожна точка ставилася через кожні 100 м. Маршрутний облік здійснюють за проходження певного маршруту довжиною 100 м. Після проходження кожних 100 м один облік закінчувався і розпочинався наступний тривалістю 100 м. Або ж за допомогою проходження маршрутів обліковували всіх видів птахів в радіусі 50 м [Романов, 2005].

Дослідження проводилися в рамках проекту «Точкові обліки птахів міста Львова» (офіційний сайт проекту: <https://lvivbirds.blogspot.com/p/methods.html?m=1>). Територію було поділено на квадрати, де поставлено від 5 до 10 точок.

Під час обліків ми спостерігали чайок, є припущення про можливість їхнього гніздування на одному з полів з сільськогосподарськими культурами у м. Дубляни. Під час спостереження птахів зафіксували шлюбну поведінку (токування, спільний політ над полями самця і самки).

29.06.2020 р. — 2 особини, спостерігалися тривожні польоти над полями.

01.04.2021 р. — 2 особини.

29.04.2021 р. — 1 особина.

28.04.2021 р. — 2 особини

02.05.2022 р. — спостерігалися на тому самому полі 4 особини.

14.05.2022 р. — 2 особини.

Це коротке повідомлення про спостереження птахів, які потребують охорони.

Ключові слова: агроценоз, *Vanellus vanellus*

Аналіз проблеми благополуччя і захисту коней

Я. Криця

iana.kritsyia@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Благополуччя тварин — це комплексне поняття, яке означає фізичний, психічний і природний стан тварин в певний момент і можливість задовільняти свої потреби. Благополуччя тварин дає нам можливість зрозуміти стан тварини в конкретний час, як тварина справляється з умовами, в яких перебуває, та можливі наслідки в перспективі. Благополуччя коней потрібно розглядати з позиції концепції «п'яти свобод», яка повинна знаходити відображення в житті тварин.

С. М. Mejdell [2004] довела необхідність оцінки утримання коней з позиції благополуччя і показала, що коні, утримувані в одиночних стійлах, позбавлені нормальної соціальної поведінки. Постійне групове утримання коней на пасовищі задовольняє поведінкові потреби — такі, як соціальні контакти, вільне пересування, а самі коні є здоровішими.

У подальшому О. М. Соболев [2020] встановила, що пасовищне утримання коней найбільше відповідає їхнім фізіологічним потребам, а молоді коні правильно розвиваються, коли мають регулярний моціон, при якому зміцнюються кістки, суглоби і зв'язки, а ігри з однолітками допомагають формуванню здорової нервової і серцево-судинної систем, розвитку гнучкості і спритності, а також нормальної соціальної поведінки у коней. На думку D. Luna [2017], яка порівнювала рівень благополуччя робочих коней в Чилі і різні стратегії вдосконалення благополуччя робочих коней, важливо передбачати оцінку статусу благополуччя, а також оцінку взаємовідносин людини і тварин в кожному геокультурному контексті.

Метою досліджень є аналіз проблеми благополуччя коней і захисту коней.

У роботі використано методи аналізу, синтезу, узагальнення науково-методичної та спеціальної літератури щодо благополуччя коней та матеріали досліджень закордонних учених.

У світовій практиці для оцінки благополуччя коней на фермах використовують протокол оцінки благополуччя коней — AWIN (*Animal Welfare Indicator for Horse*), розроблений в університеті Мілана (Італія) за підтримки Кембриджського, Лісабонського університетів, а також навчальних закладів Чехії, Іспанії, Бразилії, США та ін. [AWIN, 2015].

Для оцінки благополуччя спортивних коней під час проведення змагань використовують Ветеринарний Регламент (ВР) Міжнародної федерації кінного спорту (FEI). З 1 січня 2020 р. набуло чинності 14-е видання ВР FEI, і відповідно до Кодексу благополуччя коней FEI, що входить в ВР, благополуччя коней — це основний принцип, якого необхідно дотримуватися у проведенні будь-яких змагань [Ветеринарний регламент FEI, 2018].

Методичні прийоми для оцінки ступеня благополуччя характеризують стан тварини за зовнішніми та внутрішніми показниками — стрес, захворюваність, летальність, репродуктивні порушення, поведінкові функції та ін., а також поділяються на об'єктивні та суб'єктивні.

Благополуччя коней перебуває в центрі уваги суспільства і вкрай важливо розробити рейтингову систему оцінки благополуччя. Проблема благополуччя і захисту коней актуальна не тільки в Україні, але і в ЄС. Так, в 2012 р. неурядові організації з захисту і переселенню коней в Англії і Уельсі опублікували звіт, демонструючи зростання числа коней і поні, які потребують допомоги, та детально описали проблеми, з якими стикаються тварини [Left on the verge: In the grip of a horse crisis in England and Wales, 2013].

В Україні протягом останніх 30 років поголів'я коней скоротилося втричі і продовжує зменшуватися. У 1991 р. кількість коней в Україні становила 738 тис., а зараз залишилось тільки 224 тис. завдяки ентузіастам, які вважають, що конярство має розвиватися всупереч усьому [Коні на переправі, 2020]. Оцінка благополуччя коней в Україні або не проводиться взагалі, або проводиться епізодично і здебільшого спрямована на окремі показники здоров'я тварин — оцінку стану тіла, кульгавість і т. ін.

Проведений аналіз проблеми благополуччя свідчить про необхідність розробки системи оцінки благополуччя коней і впровадження її в Україні, при цьому, враховуючи об'єктивні і суб'єктивні показники, в систему оцінки благополуччя коней повинні бути входити власники тварин, ветеринарні лікарі (які обслуговують коня) та експерти.

Ключові слова: благополуччя, коні, біобезпека, якість життя, годівля, утримання

Вплив середовищ на життєздатність деконсервованих спермійв кнура під час підготовки до запліднення

О. Лизогуб, О. Щербак

oksanalyzohub@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН,
с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Застосування кріоконсервованих спермійв кнурів забезпечує розмноження та відновлення порід. Відомо, що сперматозоїди кнурів мають невисоку здатність до запліднення і кількість живих спермійв суттєво скорочується через процедуру кріоконсервації порівняно зі свіжоотриманими сперміями. Тому тривають активні дослідження технологічних підходів до кріоконсервації сперматозоїдів кнурів, а також умов обробки їх суспензії після розморожування. Рухливість сперматозоїдів та цілісність їхньої мембрани впливає на стабілізацію чи дестабілізацію плазматичної мембрани, а також провокує зміни, подібні до капацитатії. У 2015 р. дослідники на чолі з М. Yeste визначили, що середовище для відмивання спермійв суттєво впливає на параметри плазматичної мембрани, а отже, і капацитатію. Тому для успішного запліднення необхідно максимально оптимізувати умови відмивання спермійв для покращення процесів капацитатії з метою підвищення рівня запліднення в умовах *in vitro*.

Для досліджень застосовано біотехнологічні, кріобіологічні (заморожування-розморожування сперматозоїдів, виведення з них кріоконсерванта) та морфологічні (оцінка сперматозоїдів). Суспензію сперматозоїдів кнура миргородської породи (Камиш 253) розморожували за стандартним протоколом. Відмивання від розріджувача та кріоконсерванта проводили за застосування двох середовищ: *Talp Ca²⁺free* та комерційного *Sperm Preparation Medium (Origio, Данія)*. Процедуру проводили за допомогою методу флотації за температури +37°C та обраховували в камері Маклера для підрахунку сперматозоїдів в трьох повторях.

Для всіх зразків проводили обчислення середнього арифметичного значення і значення середньоквадратичної помилки ($M \pm m$). Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували із застосуванням пакету програм *Microsoft Office Excel 2010*.

Після флотації в середовищі *Talp Ca²⁺free* ми отримали концентрацію живих спермійв $71 \pm 2,58$ млн в 1 мл, за використання середовища *Sperm Preparation Medium (Origio, Данія)* отримано на 49,7 млн сперматозоїдів менше — $21,3 \pm 2,27$ млн в 1 мл. Рухливість спермійв була вищою за використання середовища *Talp Ca²⁺free*, а саме — $5 \pm 1,49\%$, що на 4,3% вище порівняно із застосуванням комерційного середовища ($0,7 \pm 0,86\%$).

Під час запліднення важливим є не лише показник загальної рухливості сперматозоїдів, а також кількості таких рухливих спермійв в 1 мл. За використання середовища *Talp Ca²⁺free* цей показник був на рівні $3,56 \pm 0,79$ млн в 1 мл. За флотації сперматозоїдів у середовищі *Sperm Preparation Medium* кількість рухливих спермійв в 1 мл була лише $0,15 \pm 0,123$.

Отже, для підвищення результативності сформованих *in vitro* ембріонів свиней слід застосовувати середовище *Talp Ca²⁺free* для відмивання деконсервованих сперматозоїдів від розріджувача та кріоконсерванта. Встановлено, що за використання середовища *Talp Ca²⁺free* можливо отримати $71 \pm 2,58$ млн сперматозоїдів у 1 мл з відсотком рухливих не нижче 5,0%.

Ключові слова: спермії, кнур, середовище *Talp Ca²⁺free*, рухливість, запліднення, концентрація

Синтез гідрогелів на основі желатину та дослідження їх цитотоксичності

О. Майкович¹, А. Сачук¹, В. Шабікова¹, Д. Боцула¹, Н. Носова¹, Д. Остапів²

olha.v.maikovich@lpnu.ua

¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Актуальними і сучасними в галузі медицини є окремі специфічні питання, пов'язані з доглядом за ранами різного походження. У зв'язку з цим, є потреба в нових ефективних і економічно обґрунтованих (доступних) перев'язувальних матеріалах. Серед сучасних перев'язувальних матеріалів помітне місце займають медичні вироби на основі гідрогелів. Переваги гідрогелів у сфері лікування ран охоплюють зменшення термінів загоєння, високу адсорбційну здатність для ексудату та раневих рідин, забезпечення зволоженості ранового ложа, механічний захист рани і можливість введення до складу гідрогелевої пов'язки лікарських препаратів, а також зручність у використанні пацієнтами.

Мета — створити гідрогелі на основі желатину та визначити їх цитотоксичність і придатність для створення пов'язки з лікування ран.

Для створення гідрогелю використано желатин, оскільки це природний полімер, біосумісний, здатний до біодеградації, нетоксичний, неімунотенний і доступний. Крім того, доведено, що желатин прискорює загоєння ран, сприяючи процесам регенерації тканин шкіри, входить до складу медичних засобів, які стимулюють згортання крові. Як структуруючий агент використали біфункційний діоксирановий зшивач, отриманий на основі поліетиленгліколів різної молекулярної маси. Утворення тривимірної сітки гідрогелю відбувається за взаємодії епоксидних груп з вільними аміногрупами у складі желатину (передусім це вільна аміногрупа лізину) як висококонуклеофільного субстрату, причому ця взаємодія відбувається у водному середовищі за рН 6–6,5 і не вимагає введення додаткових каталізаторів чи регуляторів водневого показника середовища. Для усунення ризику мікробного забруднення до складу желатинового гідрогелю на стадії синтезу вводили полігексаметиленгуанідин — бактеріостатик який не вивільняється з матеріалу, але пригнічує ріст мікрофлори за зберігання.

Встановлено, що найкращі за властивостями гідрогелі отримані за співвідношення 1:3 (желатин : структуруючий агент) і використання діоксиранового похідного поліетиленгліколю ПЕГ-400, який забезпечує гелефракцію 81%. У дослідженні механічних властивостей створених гідрогелів виявлено, що за температури 20°C зразки за високих ступенів навантаження не руйнуються і після зняття навантаження відновлюють свою форму. За температури 37°C гідрогелі також не руйнуються, більш пластичні, деформуються під час навантаження, але не втрачають цілісності. При цьому максимальне набрякання гідрогелів — 25–60 г води на 1 г полімеру гелеутворювача. Вказана величина набрякання досягається впродовж 5 діб зі збереженням задовільних механічних властивостей. Однак за реального використання гідрогелевий матеріал поглинає не воду, а ексудат. Кількість поглинутого модельного ексудату зразками желатинового гідрогелю — 12–15 г на 1 г полімерів гелеутворювачів за 24 год. і 20–23 г за 72 год., що є задовільним за використання на ранах із середнім рівнем ексудації.

Дослідження цитотоксичності створених желатинових гідрогелів з використанням тест-культуру клітин (спермії бугаїв) свідчать, що за присутності в середовищі інкубування структуруючого агента (дигліцидиловий етер поліетиленгліколю-400), желатинових гідрогелів без і з полігексаметиленгуанідіном 0,02% виживання спермій коливається в межах 148,0±9,95–168,0±8,49 год., а в контролі — 150,0±5,20 год. Різниця між величинами значень становить 1,4–10,8% і статистично невірогідна ($P>0,05$). Отже, желатинові гідрогелі за властивостями найкращі за співвідношення 1:3 (желатин : структуруючий агент). При цьому вони характеризуються максимальним рівнем поглинання 25–60 г води і 20–23 г модельного ексудату на 1 г полімеру гелеутворювача. Отримані желатинові гідрогелі мають високі механічні властивості і проявляють слабку цитотоксичність, що підтверджує можливість використання їх у створенні гідрогелевої пов'язки для лікування ран.

Ключові слова: гідрогелі, желатин, цитотоксичність, пов'язки

Вплив вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду на обмін ліпідів і активність системи антиоксидантного захисту у коропа в переднерестовий період

М. Б. Масюк, К. Б. Смолянінов, Д. І. Мудрак

m.furmanevych@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Мета роботи полягала у з'ясуванні впливу комплексу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду окремо, а також разом із вітамінами А, D₃, Е у вигляді добавки до комбікорму самиць коропів у переднерестовий період і дворічкам коропів у переднерестовий період на стан антиоксидантної системи, показники обміну ліпідів у їхньому організмі, а також репродуктивну функцію. З цією метою проведено низку дослідів, де самицям коропа згодовували вітамінно-мінеральні комбінації різного складу. Поступово дослідження були звужені до вивчення впливу добавки, що містила: вітаміни А — 5000 ІО/кг, D₃ — 6666 ІО/кг, Е — 3,3 мг/кг, а також такі сполуки, як KI — 10 мг/кг, ZnSO₄ — 60 мг/кг, Na₂SeO₃ — 0,5 мг/кг. В пробах тканин визначали загальний вміст ліпідів, співвідношення їхніх окремих класів, жирнокислотний склад ліпідів, показники ліпідної пероксидації та активність ензимів антиоксидантного захисту загальноживаними методами.

В результаті констатовано зростання вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі (P<0,01) та ікрі (P<0,001) самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки. Водночас відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки до комбікорму, збільшився в 1,5 раза (P<0,001), а відносний вміст триацилгліцеролів зменшився в 1,6 раза (P<0,01) щодо контрольної групи. У гепатопанкреасі самиць коропа ці зміни були виражені більше, про що свідчить збільшення у риб обох дослідних груп відносної кількості фосфоліпідів (P<0,01) і відповідне зменшення відносної кількості триацилгліцеролів (P<0,01).

Застосування вітамінно-мінеральної добавки спричиняло зростання (P<0,05–0,001) вмісту поліненасичених жирних кислот — лінолевої, ліноленової та докозагексаєнної у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропа та у складі ліпідів гепатопанкреасу цьоголіток коропів, а також зумовлювало зростання вмісту мононенасичених — пальмітоолеїнової (P<0,05–0,001), та насичених — пальмітинової (P<0,05) і стеаринової (P<0,01) жирних кислот у складі ліпідів ікри.

За згодовування комплексу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму самицям коропа в переднерестовий період у їхній крові зменшувався вміст проміжних і кінцевих продуктів пероксидації ліпідів (P<0,001), підвищувалася в 1,7 раза (P<0,001) супероксиддисмутазна і в 1,4 раза (P<0,001) — каталазна активність, збільшувався вміст загальних ліпідів у одержаній від них ікрі (P<0,001) і личинках (P<0,01).

Всі ці зміни супроводжувалися позитивним впливом вітамінно-мінерального комплексу на репродуктивну функцію самиць, зокрема, зростання абсолютної та відносної плодючості (P<0,05–0,001). За результатами дослідження запропоновано оптимальний склад вітамінно-мінеральної добавки для самиць коропа у переднерестовий період.

Ключові слова: вітаміни, мікроелементи, короп, ліпіди, жирні кислоти, пероксидація ліпідів

Ефективність застосування міоїнозиту за теплового стресу у курей

Н. Мигаль, В. Росаловський

notinotika@gmail.com

Інститут біології тварин, м. Львів, Україна

Сучасні технології птахівництва передбачають підтримання оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях. Проте інколи відбуваються порушення температурного режиму з технічних причин, внаслідок чого кури можуть зазнавати короткотривалого теплового стресу. Крім того, поширеним стає органічне виробництво, за якого птицю утримують на відкритому повітрі, що передбачає періодичний тепловий стрес у літній період. Тому важливе значення має встановлення особливостей перебігу теплового стресу у курей і вивчення способів зменшити його негативну дію на обмін речовин і продуктивність. Міоїнозитол бере участь у підтримці внутрішньоклітинного рівня Кальцію, регуляції активності інсулінових рецепторів, у катаболізмі триацилгліцеролів, холестерину, модулює активність нейромедіаторів. Крім того, він є важливим компонентом клітинних мембран як структурний ліпід. Інозитол стимулює сигнальний шлях IGF/Akt/mTOR в міоцитах. Оскільки цей шлях відповідає за синтез білка та збільшення поглинання глюкози тканинами, інозитол має значення для росту тварин. Важливим аспектом є вплив інозиту на нервову систему. Кури, які отримують інозитол, менш схильні до стресу. Незважаючи на досить широку інформацію про метаболізм, біохімічні та фізіологічні ефекти інозиту загалом, інформація про результати його застосування у птахівництві залишається недостатньо вивченою. Зокрема, вплив інозиту на обмін речовин і продуктивність курей залежить від віку, фізіологічного стану, типу продуктивності, складу раціону.

У досліді задіяно 20 курей, розділених на три групи по 10 особин у кожній. До раціону курей дослідної групи додавали інозитол у кількості 1 г на 1 кг корму. Дослід виконано у 2 етапи. На першому етапі курей утримували за температури повітря у приміщенні 22–23°C. Після досягнення несучками піку продуктивності проведено забій курей по 5 особин з кожної групи. Для курей, які залишились, було створено умови теплового стресу підвищенням температури утримання до 35°C на 1 тиждень, після чого також проведено забій. За дії теплового стресу у сироватці крові курей обох суттєво знизився рівень білірубіну ($P < 0,01$); тепловий стрес майже удвічі зменшував його концентрацію і інозитол не впливав на цей ефект. Подібний вплив спостерігався й щодо вмісту триацилгліцеролів, проте з певними особливостями. За нормальних температурних умов вміст триацилгліцеролів у сироватці крові курей, які отримували інозитол, на 25% менший порівняно з курями контрольної групи. За теплового стресу згодовування інозиту збільшувало кількість триацилгліцеролів у сироватці крові. Таким чином, за нормальних температурних умов інозитол дещо знижує концентрацію триацилгліцеролів у крові, а за теплового стресу не впливає на їхню кількість. Цей результат цікавий тим, що інозитол є ліполітичним чинником, отже інтенсифікація метаболізму триацилгліцеролів за його дії цілком закономірна, тоді як відсутність такої дії за теплового стресу свідчить про недостатню стимуляцію функції печінки інозитолом за високої температури довкілля. У сироватці крові курей дослідної групи, незалежно від температури повітря, помірно зростала концентрація Кальцію. Проте у крові курей, які отримували інозитол, тепловий стрес знизив концентрацію Кальцію на 14% ($P < 0,05$). Натомість концентрація Фосфору за теплового стресу знижувалась у сироватці крові курей усіх груп. Зокрема, у контрольній групі концентрація Фосфору знизилась на 18%, а в групі, якій давали інозитол, — на 14% ($P < 0,05$). Внаслідок цього співвідношення Ca/P в обох дослідних групах зросло на 20%. Тепловий стрес значно збільшив активність аланінамінотрансферази у сироватці крові курей. Активність АЛАТ у крові курей контрольної та дослідної груп за теплового стресу була вищою у 4,5 і 5,1 раза ($P < 0,001$), що свідчить про значне пошкодження гепатоцитів за цих умов. Водночас на активність АСАТ у сироватці крові курей тепловий стрес не вплинув. Проте виявлено зниження активності АСАТ у крові курей, які отримували інозитол, за нормальних температурних параметрів ($P < 0,01$). Тепловий стрес не вплинув на масу жовтка і білка яйця, але в усіх групах виявлено зменшення маси та міцності шкаралупи яєць за умов теплового стресу.

Тепловий стрес значно знижує концентрацію білірубіну і триацилгліцеролів та підвищує активність АЛАТ у крові курей-несучок, що свідчить про негативну дію високих температур на функцію печінки. Інозитол знижує концентрацію триацилгліцеролів. Короткотривалий тепловий стрес несуттєво впливає на масу яйця, проте значно зменшує міцність шкаралупи і пригнічує несучість курей. Зміни міцності шкаралупи можуть бути спричинені зростанням активності лужної фосфатази і зниженням активності γ -глутамілтранспептидази.

Ключові слова: кури-несучки, кров, яйця, тепловий стрес, інозитол

Кількісні і якісні показники жиропоту та стан радіоактивності вовни овець різних порід залежно від кліматичних зон їх розведення

В. Михалюк, Н. Пахолків, П. Стапай

vasylyna.v.m@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Вовняні волокна у процесі річного росту зазнають руйнівної дії різних чинників навколишнього середовища, зокрема зміни температурних режимів, вологості повітря, сонячної радіації тощо, внаслідок чого вони втрачають свої цінні фізико-хімічні та технологічні властивості. Окрім того, вовна забруднюється різними шкідливими продуктами. До найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювачів навколишнього середовища, зокрема ґрунтів, водних систем, кормів, є важкі метали та радіонукліди. Небезпека цих токсикантів зумовлена тим, що, на відміну від інших забруднювачів, потрапивши в екосистему, вони нікуди не зникають, лише перерозподіляються та накопичуються в екологічних системах. Отже, вовну овець, як і волосся інших тварин, можна використовувати у дослідженнях для встановлення забруднення навколишнього середовища, оцінки характеру годівлі і загального стану здоров'я тварин. Наявні дані, наприклад, свідчать про те, що вміст мікроелементів у волоссі відображає їхню концентрацію в організмі, а також стан метаболізму, тоді як у крові їхній вміст може змінюватися лише короткочасно або зовсім не змінюватися.

Мета роботи полягала в отриманні даних про радіоактивність вовни, зокрема γ - та β -радіовипромінювання, кількісні та якісні показники жиропоту, тобто воску і поту, їхнє об'ємне співвідношення та рН поту, а також ліпідний склад вовнового жиру (воску) овець різних порід залежно від зон їх розведення.

Відібрано зразки вовни від ярок (2020 р. н.) різних порід, утримуваних у господарствах різних регіонів. Це, зокрема, буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової породи (кросбредний тип) і буковинський тип асканійської каракульської та української гірськокарпатської породи породи (Чернівецька обл.); асканійська м'ясо-вовнова (кросбредний тип), асканійська м'ясо-вовнова (чорноголовий тип), асканійський породний тип багатоплідного каракуля (чорного забарвлення) і асканійська тонкорунна порода (Херсонська обл.); харківський внутрішньопородний тип породи прекос та сокілківська смушкова порода (Харківська обл.); придніпровська м'ясна порода та олібс (Дніпропетровська обл.); порода лакон та мериноландшаф (Хмельницька обл.).

Загальну кількість вовнового воску визначали ваговим методом, ліпідний склад — методом тонкошарової хроматографії. Розділення ліпідів на окремі класи проводили у системі петролейний і діетиловий ефір. Ідентифікацію окремих класів ліпідів проводили порівнянням хроматограм з хроматограмою зі свідками, а їх кількісне визначення — вимірюванням на фотометрі КФК-3 інтенсивності забарвлення після спалювання ліпідних плям силікагелю концентрованою сірчаною кислотою. Вимірювання загального стану γ - і β -радіоактивності проведено за допомогою дозиметра — радіометра МКС-05 (ТЕРРА), а рН поту — рН-метра. Цифрові дані опрацьовано статистично з використанням коефіцієнта Стюдента.

Встановлено, що радіоактивність вовни овець різних порід, утримуваних у різних регіонах України, не перевищує гранично допустимих меж стосовно γ - та β -радіовипромінювання. Можна лише відзначити, що найнижчий рівень випромінювання зафіксовано у вовні овець української гірськокарпатської породи, яких утримували в літній період на полонині. Зокрема, рівень γ -випромінювання вовни у них становить лише $0,09 \pm 0,003$ мкЗв/год, а β -випромінювання — $0,001 \pm 0,0001$ 103/см²·хв.

У дослідженні кількісних показників жиропоту вовни ярки зафіксовано знижений рівень вмісту воску в жиропоті. В усіх досліджуваних порід цей показник не перевищує 10%. Водночас зафіксовано високий вміст потової частки з високими показниками рН (8,06–9,77). У деяких порід на одну частку воску припадає більше двох часток поту. Це, зокрема, асканійська м'ясо-вовнова, чорноголовий тип (2,55), асканійський тип каракульських овець (2,35), української гірськокарпатської (2,21), харківський внутрішньопородний тип породи прекос (2,15).

Дослідження ліпідного складу вовнового воску до певної міри збігалися з кількісними показниками жиропоту, які свідчать про його низькі захисні властивості. У наших попередніх дослідженнях встановлено, що жиропіт з високими захисними властивостями повинен відповідати таким параметрам: співвідношення «віск:піт» — 1,0–0,9 і нижче, рН поту — 8 і нижче, вміст етерифікованого холестеролу у воску — 38% і вище, а вміст ліпідів найвищої полярності — 18% і нижче. З'ясовано, що цим параметрам не відповідає жодна із досліджуваних порід молодняку овець, за винятком хіба що вмісту ліпідів найвищої полярності. Зокрема, кількість цих ліпідів є у межах $15,99 \pm 1,95$ у буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової із кросбредною вовною.

У складі воску, виділеного з вовни ярки досліджуваних порід, є порівняно однакова кількість стеаринових компонентів, тобто неетерифікованого холестеролу, дегідрохолестеролу та сквалену, які, як відомо, найменше зазнають негативних впливів різних факторів навколишнього середовища — сонячної радіації, температури, вологості, мікрофлори.

Отже, можна зробити загальний висновок про те, що дослідженні кількісні та якісні показники жиропоту до певної міри відображають лише вплив факторів навколишнього середовища, у якому перебували окремі породи молодняку овець у весняно-літньо-осінній період. Про характер та глибину цих впливів на якість вовняного волокна можна буде робити висновки лише після досліджень фізико-хімічних показників самого волокна.

Ключові слова: вівці, порода, радіоактивність, жиропіт, ліпіди, рН

Екстракція загальної РНК з мікросудинних ендотеліальних клітин головного мозку білих мишей

Л. Мінченг, О. Касяненко

liumc80@163.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Streptococcus suis 2 є новим зоонозним збудником, який спричиняє менінгіт у свиней. Патогенез менінгіту, викликаного *S. suis* (серотип 2), охоплює кілька етапів. Взаємодія між *S. suis* (серотип 2) і мікросудинними ендотеліальними клітинами мозку є важливим етапом, який характеризується негативним впливом на гематоенцефалічний бар'єр та, відповідно, на центральну нервову систему (ЦНС). Гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ) — це складна і високоорганізована багатоклітинна структура, яка захищає ЦНС від небезпечних речовин та потрапляння мікроорганізмів із кровотоку. Мікросудинні ендотеліальні клітини мозку є найважливішим компонентом ГЕБ. Тому вивчення взаємодії між *S. suis* (серотип 2) та мікросудинними ендотеліальними клітинами мозку має велике значення у дослідженні патогенезу менінгіту. Екстракція загальної РНК є одним з методів у молекулярно-біологічних експериментах і є необхідною умовою для отримання вірогідних результатів для подальших досліджень — таких, як ПЛР у реальному часі. Тому отримання неушкодженої РНК без ДНК, білків та інших домішок є надзвичайно важливим етапом лабораторних досліджень.

Метою цього дослідження було виділення сумарної РНК з ендотеліальних клітин мікросудин головного мозку білих мишей, заражених *S. suis* (серотипу 2), і розшифровка до комплементарної ДНК (кДНК).

Streptococcus suis (серотип 2) ми попередньо ізолювали та ідентифікували на базі Хенанського технологічного інституту (провінція Хенань, Китай) за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (*Biometra*, Німеччина). Ендотеліальні клітини мікросудин головного мозку мишей розморожували та культивували в модифікованому живильному середовищі *Dulbecco* (DMEM), що містить 8% сироватки. Коли клітини перебували у фазі логарифмічного росту і займали 80% дна пляшки, їх переносили у 6-лунковий планшет в об'ємі 2 см³ суспензії клітин на лунку. Бактеріальну завивсь *S. suis* (серотипу 2) інокулювали в лунки планшета в дозі 100 (MOI) в трьох повторностях. Через 12 год. за допомогою *Trizol* методу з ендотеліальних клітин екстрагували загальну РНК. Індикацію РНК проводили на обладнанні *TaKaRa MiniBEST Universal RNA Extraction* (*Takara*, Японія). Процес зворотної транскрипції геному збудника досліджували за допомогою набору *PrimeScript RT Master Mix* (*Takara*, Японія). Зворотною транскрипцію здійснювали за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (*Biometra company*, Німеччина) за 37°C — 15 хв., 85°C — 5 сек. із подальшою зупинкою реакції.

Розморожені ендотеліальні клітини мікросудин головного мозку характеризувалися активним ростом на поживному середовищі через 12 год. після зараження *S. suis* (серотипу 2) порівняно з контролем. Концентрація та чистота екстрагованої сумарної РНК досліджена за допомогою приладу *Nanodrop* (*Thermo company*, США). Середні показники концентрації РНК складали: 1 — 1183,0 мкг/мл; 2 — 1023,9 мкг/мл; 3 — 1213,3 мкг/мл; 4 — 1314,2 мкг/мл; 5 — 931,1 мкг/мл; 6 — 1273,5 мкг/мл відповідно. Чистота РНК (OD260/280): 1 — 1,82; 2 — 1,95; 3 — 1,86; 4 — 1,87; 5 — 1,93; 6 — 1,89. Чистота РНК (OD260/230): 1 — 2,18; 2 — 2,09; 3 — 2,12; 4 — 2,17; 5 — 2,18; 6 — 2,10 відповідно. РНК дуже нестабільна і легко руйнується. Варто зазначити, що у процесі експерименту важко було отримати високоякісну РНК. Цей процес потребує значних зусиль і копіткої роботи: робоча зона повинна бути стерильною, піпетки, наконечники, тубики, рукавички та маски — одноразові, а маски та рукавички потрібно часто міняти. Значення OD260/280 для чистої РНК становить 2,0. Якщо коефіцієнт низький, це означає, що він забруднений білковими (ароматичними) або фенольними речовинами. Значення OD260/230 для чистої РНК становить 2,5. Якщо коефіцієнт <2,0, це свідчить про забруднення зразка вуглеводами та солями. Індикована РНК дуже нестабільна. Треба зазначити, що час, протягом якого виконують зворотну транскрипцію, повинен бути мінімальним, а зберігання РНК доцільно здійснювати за низької температури.

Результати проведених нами досліджень показали досить високі значення OD260/280 і OD260/230, що вказує на відсутність доказів щодо цілісності РНК. Для завершення досліджень результату цілісності РНК необхідно провести гель-електрофорез. Якщо видно 3 смуги для 5S РНК, 18S РНК і 28S РНК, це означає, що не відбувається руйнування виділеної РНК. Водночас реєстрація чіткості двох смуг 18S РНК і 28S РНК констатує цілісність РНК. Методи екстракції РНК на основі *Trizol* — процес трудомісткий і займає близько 3 год. роботи. Також ускладнює роботу дуже високий ризик забруднення робочої зони, оскільки реагенти, які використовуються під час операції, готують самостійно.

Отже, в результатах експериментальних досліджень представлено дані щодо ефективності екстракції РНК методом *Trizol* з інфікованих ізолятами *S. suis* (серотип 2) ендотеліальних клітин мікросудин головного мозку білих мишей при MOI 100 протягом 12 год. Отримана високоякісна РНК і зворотна транскрипція до стабільної кДНК для подальшого виявлення споріднених цитокінів. Це дослідження забезпечує відповідний метод виділення РНК і хорошу експериментальну основу для подальшої роботи. Перспективою наших подальших досліджень є розробка методу вилучення РНК, який забезпечить зручність в роботі. Сподіваємося, що удосконалені продукти будуть конкурентоспроможними, зручними та ефективними.

Ключові слова: *S. suis* 2, екстракція, зворотна транскрипція, РНК

Biomodelling and breeding work

V. Moskalov, R. Rusanova, A. Veklych

ruslanarusanova4@gmail.com

Municipal establishment "Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy" of the Kharkiv regional council,
Natural sciences department, Kharkiv, Ukraine

Hox genes are regulatory genes that determine the spatial development of an organism. Thus, 8 *Hox* genes have been described in *Drosophila melanogaster*, that have spatial collinearity, i.e. coincidence in order of location with the parts of the body regulated by them. In the course of phylogenetic development, these 8 genes, due to duplications and other structural rearrangements, formed 39 genes in mammals, assembled into 4 complexes. The *Hox* genes of humans and mice are relatively well studied, while the data of the homeotic genes of other mammals, including farm animals, are incomplete and disaggregated [Lahbib-Mansais, 1996; Garcia-Fernandez, 2005].

It is also known that *Hox* genes are expressed not only in the embryonic period of development, where they predominantly control the development of ectodermal tissues (nervous system, integument, mucous membranes), but also in the postnatal period. It is known, in particular, that the homeobox A10 (*HOXA10*) gene is expressed in the endometrium of the uterus of adult pigs, and therefore may be associated with the productivity of these animals [Garcia-Fernández, 2005; Blitek, 2011].

The aim of the study was to identify currently known farm animal genes homologous to *Drosophila melanogaster Hox* genes for the subsequent development of biomodels based on *Drosophila melanogaster*, which can provide useful data in breeding work.

The study was carried out in the GenBank and BLAST problem-solving environment. The mRNA nucleotide sequences of 8 *Hox* genes of *Drosophila melanogaster* were determined and a search was made for currently known homologues among mRNAs of farm animals (swine, lamb, goat, cattle, hen).

As a result of the research, the following genes of farm animals were identified that are homologous to 8 *Hox* genes of *Drosophila melanogaster*:

The *lab* gene (NM_001260024.1) — homeobox D3 (*HOXD3*) gene of hen *Gallus gallus*, *LOC105608416*, homeobox A7 (*HOXA7*), B3 (*HOXB3*), B5 (*HOXB5*), B6 (*HOXB6*) and B7 (*HOXB7*) genes of lamb *Ovis aries* and goat *Capra hircus*.

The *pb* gene (NM_206441.2) — the homeobox A3 (*HOXA3*) gene of hen *Gallus gallus* and the homeobox D3 (*HOXD3*) gene of cattle *Bos taurus*.

The *Dfd* gene (NM_057853.3) — the homeobox D3 (*HOXD3*) gene of hen *Gallus gallus*, homeobox A6 (*HOXA6*), A7 (*HOXA7*), and B5 (*HOXB5*) genes of cattle *Bos taurus*, homeobox A6 (*HOXA6*), A7 (*HOXA7*) B5 (*HOXB5*), and C6 (*HOXC6*) genes of goat *Capra hircus*, and homeobox A7 (*HOXA7*), B5 (*HOXB5*), and C6 (*HOXC6*) of lamb *Ovis aries*.

The *Scr* gene (NM_206443.3) — the homeobox D3 (*HOXD3*) gene of hen *Gallus gallus* and the homeobox B5 (*HOXB5*) gene of lamb *Ovis aries*, cattle *Bos taurus*, and goat *Capra hircus*.

The *Antp* gene (NM_206452.1) — homeobox A6 (*HOXA6*) and A7 (*HOXA7*) genes of hen *Gallus gallus* and the homeobox B5 (*HOXB5*) gene of lamb *Ovis aries*, cattle *Bos taurus*, and goat *Capra hircus*.

The *Ubx* gene (NM_080500.4) — homeobox A6 (*HOXA6*), A7 (*HOXA7*), and B5 (*HOXB5*) genes of hen *Gallus gallus*.

The *Abd-A* gene (NM_169733.5) — homeobox A6 (*HOXA6*) and A7 (*HOXA7*) genes of hen *Gallus gallus*, homeobox A7 (*HOXA7*), B5 (*HOXB5*) and B6 (*HOXB6*) genes of lamb *Ovis aries*, homeobox A7 (*HOXA7*) and B5 (*HOXB5*) genes of cattle *Bos taurus* and goat *Capra hircus*.

The *Abd-B* gene (NM_080157.3) — the homeobox A4 (*HOXA4*) gene of hen *Gallus gallus*, the homeobox A3 (*HOXA3*) gene of lamb *Ovis aries* and goat *Capra hircus*, and homeobox B1 (*HOXB1*) and D12 (*HOXD12*) genes from cattle *Bos taurus*.

Thus, the genes of hen, lamb, goat and cattle homologous to the *Hox* genes of *Drosophila melanogaster* were identified. This information can be used in modeling the influence of external factors (nutrient elements, biologically active substances, temperature regime, air humidity, etc.) on the expression of homeobox genes in the postnatal period.

At the next stages of the study, it is planned to research in detail the data on the localization of the expression of the identified genes of farm animals in the postnatal period, the selection of *Drosophila melanogaster* mutant by the *Hox* genes lines, modeling the influence of external factors on these lines, and extrapolating the data to farm animals in order to obtain data useful in breeding work.

Key words: bioinformatics, modeling in vitro, *Hox*-genes, homeobox

Структура і склад комплексів антибіотиків з полімерами-транспортерами

Р. Остапів¹, А. Стасюк², В. Шабікова², В. Самарик², Д. Остапів³

anna.v.stasiuk@lpnu.ua

¹ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

³Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Одним зі способів підвищення ефективності дії антибіотиків є створення комплексів з транспортерами, зокрема з новим типом транспортерів — фосфоровмісними псевдополіамінокислотами поліестерного типу. Створення таких комплексів повинне забезпечувати швидке проникнення діючих речовин через мембрани у клітини, самі транспортери біодеградабельні, а продукти їх розщеплення нетоксичні для організму.

Метою досліджень було розробити нові нанобіополімерні транспортери для депонування антибактеріальних речовин і провести аналіз їхніх фізико-хімічних параметрів.

Дослідження проведено у Національному університеті «Львівська політехніка», ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, Інституті біології тварин НААН. Для синтезу полімерів фосфоровмісних псевдополіамінокислот (ФППАК) використовували диполіетиленгліколь(етил)фосфат (ПЕГ-200÷1000), N-стероїлглутамінову кислоту (GluSt), N,N'-дициклогексилкарбодіїмід (DCC), N,N'-диметиламінопіридин (DMAP), диметилформамід (Aldrich).

Фосфоровмісні псевдополіамінокислоти (ФППАК) отримували активованою поліконденсацією за реакцією Стегліха взаємодією N-похідних дикарбонових α -амінокислот і диполіетиленгліколів(етил)фосфатів. Отримана молекула у своєму складі містить олеофільні та гідрофільні фрагменти, завдяки чому проявляє амфіфільні властивості, є поверхнево активною і формує у водних та фізіологічних розчинах самостабілізовані дисперсії з нанометричним розміром дисперсної фази.

На основі проведеного синтезу створено два типи нанорозмірних фосфоровмісних псевдополіамінокислот з шифрами (умовними назвами) А4 і А6. Дослідження структури і складу отриманих та гідролізованих полімерів з використанням ПМР і ЯМР ³¹P спектроскопії та гельпроникної хроматографії встановлено, що молекулярна маса синтезованих нанобіополімерних транспортерів становить 1800–2400 Да. За даними аналізу динамічного світлорозсіювання встановлено, що розмір частинок самостабілізованої водної дисперсної фази становить 80–160 нм.

Макромолекули на основі естерних зв'язків надають їй біодеградабельних властивостей, а формування полімерної молекули на основі поліетиленгліколів та амінокислот забезпечує відсутність цито- і органо-токсичних властивостей. За оцінювання цитотоксичності синтезованих нанобіополімерних транспортерів встановлено, що зі збільшенням їх вмісту у зразках від 0,01 до 0,10 мл в мл зразків сперми виживання клітин майже не змінюється і перебуває в межах контролю (72–96 год.).

Присутність в складі новостворених полімерів фосфатної групи (в гідрофільному фрагменті після гідролізу етильної групи) дозволяє отримувати кон'югати з молекулами, які проявляють основні властивості. Завдяки властивостям новостворених фосфоровмісних псевдополіамінокислот досліджена їхня здатність утворювати комплекси з антибіотиками.

Оцінювання ефективності зв'язування новосинтезованих полімерів з антибіотиками проводили з використанням вискоєфективної рідинної хроматографії (Waters Alliance 2690 з діодно-матричним детектором; колонка Luna C18(2) 250×4,6; елюент/розчинник ацетонітрил: 0,01M H₃PO₄ pH 2,5 доводили триетиламіном — 1:1; швидкість 1,0 мл/хв; детекція при 285 нм; об'єм інжекції 10 мкл).

Встановлено, що фосфоровмісні псевдополіамінокислоти здатні зв'язувати й утворювати комплекси з амоксициліном, окситетрацикліном, пеніциліном і доксоцикліном. Поряд з цим, виявлені особливості вмісту антибіотиків у комплексній сполуці залежно від умов стерилізації виготовлених зразків.

Формування господарсько корисних ознак у корів української бурої молочної породи різних комплексних генотипів CSN2/CSN3

Ю. Павленко, В. Лади́ка, Ю. Скляренко

jasjulia@ukr.net

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Зростання вимог до якості молочної продукції призвели до використання в селекції генетичних маркерів і пошуку їх зв'язку з молочною продуктивністю тварин. У ситуації, що склалася, виникла необхідність зміни методів оцінки ознак селекції тварин, нових підходів, заснованих на досягненнях генетики і біотехнології [Gustavsson, 2013].

При цьому науковці зазначають, що якщо не досліджувати генотип молочної худоби і належним чином не обліковувати в програмі розведення, то існує ризик погіршення біохімічного складу молока, що, у свою чергу, може призвести до зниження його придатності для переробки та виробництва різних молочних продуктів. Саме це обумовлює використання в програмах скотарства досліджень поліморфізму генів білка молока [Zepeda-Batista, 2017]. На підтвердження цьому зазначимо, що у дослідженні на поголів'ї голштинської худоби було встановлено, що більшість локусів (бета-казеїн (CSN2), капа-казеїн (CSN3)) виявили потенціал для використання як маркери генів у програмі відбору [Molee, 2015].

Мета дослідження — встановити вплив комплексного генотипу CSN2/CSN3 на господарсько корисні ознаки тварин української бурої молочної породи.

Проведено генотипування корів української бурої молочної породи (n=38), яких утримують в ПЗ Державного підприємства «Дослідне господарство» Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Визначення поліморфізму гену бета-казеїну проводили в генетичній лабораторії Інституту фізіології ім. Богомольця НАН за допомогою молекулярно-біологічного аналізу розпізнавання алелів методом полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі.

Сформовано три піддослідні групи з генотипами за комплексним генотипом CSN2/CSN3 A1A2/AA (n=8), A1A2/AB (n=10), A2A2/AB (n=13) та A2A2/BB (n=7). Для оцінки господарсько корисних ознак використовували електронну базу даних СУМС «Орсек». Оцінювали зміни живої маси до 18-місячного віку, показники відтворної здатності, молочної продуктивності. Результати досліджень обробляли методами математичної статистики засобами пакету *Statistica 6.1*.

Середні показники живої маси телиць до 12-місячного віку дещо поступалися стандарту породи, а від 15-місячного віку майже повністю відповідали йому. Встановлено, що телиці з комплексним генотипом казеїну A2A2/AB вірогідно ($P<0,05$) переважали за живою масою у 6-, 12-, 15- та 18-місячному віці телиць з генотипом A1A2/AA — відповідно, на 14, 13, 11 та 7%. Також вони переважали телиць з генотипом казеїну A2A2/BB у віці 12, 15 та 18 місяців — відповідно, на 23, 22 та 15% ($P<0,05$). Телиці з генотипом казеїну A1A2/AB також переважали цих тварин за живою масою, причому в окремі вікові періоди різниця була статистично значущою.

Відтворна здатність є однією з фундаментальних основ молочного скотарства. Ми дослідили показники відтворної здатності у телиць та корів-первісток. Статистично значуща різниця встановлена між тваринами з генотипами казеїну A2A2/AA та A2A2/BB на користь перших. Вони мали вірогідно ($P<0,05$) менший вік першого осіменіння на 19% та отелення — на 14%, тривалість сервіс-періоду — на 44% та міжотельного періоду — на 15%, значення коефіцієнту відтворної здатності — на 15%. Між іншими генотипами статистично значущої різниці не встановлено. Також вірогідна різниця відсутня за живою масою при першому осіменінні між тваринами з вищеназваними генотипами казеїну.

Рівень надоїв за першу лактацію перевищував стандарт породи на 1948 кг. Середній вміст жиру відповідав стандарту породи, а вміст білка був нижчим на 0,15%. Більшим надоєм та вмістом жиру і білка відрізнялися гомозиготні A1A1 первістки. За показниками молочної продуктивності статистично значущої різниці між тваринами різних генотипів не встановлено. При цьому перевагу за надоєм мали тварини з генотипом казеїну A2A2/AB (5293 кг), за вмістом жиру — A1A2/AA (4,13%), білка — A1A2/AA (3,22%).

Отже, тварини української бурої молочної породи майже за всіма дослідженими показниками відповідали стандарту породи. Між тваринами різних комплексних генотипів виявлено різницю за окремими господарсько корисними ознаками. При чому в різні періоди та за різними ознаками вона сильно варіювала та була за окремими генотипами статистично значущою. Можна констатувати, що формування стад з комплексними генотипами не матиме негативного достовірного впливу на показники молочної продуктивності та може впливати на показники живої маси телиць та відтворної здатності тварин. Дослідження є попередніми та потребують збільшення кількості піддослідних тварин.

Ключові слова: генотип, бета-казеїн, капа-казеїн, жива маса, відтворна здатність, молочна продуктивність

Біохімічні маркери теплового стресу у тварин

Д. Передерій

peredina0310@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Останніми роками у світі вплив кліматичних змін став великим викликом у багатьох сферах людської життєдіяльності, в тім числі й у сільському господарстві. Продуктивність тварини безпосередньо залежить від таких кліматичних умов, як температура та вологість. До впливу на тваринний організм можуть бути залучені кілька факторів, але тепловий стрес є одним з найважливіших чинників навколишнього середовища, який впливає на широкий спектр показників продуктивності тварин сільського господарства, зокрема зниження споживання корму, що, у свою чергу, впливає на швидкість росту, масу тіла, якість м'яса, якість яєць тощо. Ці негативні впливи призводять до великих економічних втрат.

Тепловий стрес (ТС) — це форма гіпертермії, за якої фізіологічні системи організму не в змозі регулювати температуру тіла в межах норми. Він впливає на функцію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи. Унаслідок цього у крові змінюється концентрація певних гормонів, секреція яких напряду або опосередковано пов'язана з цією системою: глюкокортикоїдів, катехоламінів, тироксину, інсуліноподібного фактора росту, пролактину, статевих гормонів та інших. ТС як один із факторів спричинення окисного стресу також стимулює мітохондріальний окислювальний стрес і клітинну дисфункцію, що призводить до пошкодження клітин і їх апоптозу. Він має негативний вплив на фізіологічні реакції, біохімічні показники крові, імунітет, антиоксидантну систему, кислотно-лужний баланс, осморегуляцію, температуру тіла, мікробіоту шлунково-кишкового тракту, а також параметри, пов'язані з функціями щитоподібної залози, печінки та нирок у деяких видів тварин. ТС негативно впливає на мінеральний обмін організму, знижуючи концентрацію мікро- та макроелементів, зокрема P, Na, K, S, Mg, Mn, Zn і Cu. Якщо несприятливий вплив ТС на організм перевищує захисні можливості морфо-анатомічної та фізіологічної адаптації, проявляється наступний механізм захисту — виробництво білків теплового шоку (БТШ), які підтримують толерантність клітин та їх відновлення після пошкодження, забезпечують захист клітин за допомогою різних механізмів.

Отже, тепловий стрес негативно впливає на продуктивність тварин і показниками його дії на організм є гормональні зміни, зменшення рівня мінералів та виробництво БТШ. З метою вивчення механізму ТС і розроблення способів пом'якшення його негативних наслідків актуальним є пошук оптимальних індикаторних біохімічних маркерів ТС у продуктивних тварин.

Ключові слова: тепловий стрес, тварини, гормони, мінеральний обмін, БТШ

Льотна діяльність та воскова продуктивність бджолосімей різних селекційних кросів карпатської породи

М. Петько^{1,2}

pmarichka777@gmail.com

¹Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Основною передумовою для розвитку бджільництва є селекція і повноцінне використання високопродуктивних сімей протягом цілого пасічного сезону. Важливими селекційними ознаками бджіл є воскова продуктивність та льотна активність бджіл, які впливають на загальну силу і продуктивність бджолосімей, особливо медову.

Дослідження проведені на приватній пасіці у с. Наварія Пустомитівського р-ну Львівської обл. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано шість груп бджіл: I контрольна група — місцеві бджоли карпатської популяції (тип «Вучківський»); II дослідна група — інбредна група ♀ мікропопуляція «915» × ♂ мікропопуляція «915»; III дослідна група — селекційний крос ♀ лінія «Сто» × ♂ мікропопуляція «915»; IV дослідна група — селекційний крос ♀ Вучківська × ♂ мікропопуляція «915»; V дослідна група — селекційний крос ♀ лінія «Тройзек 07» × ♂ мікропопуляція «915»; VI дослідна група — селекційний крос ♀ мікропопуляція G. Macha × ♂ мікропопуляція «915».

Воскову продуктивність визначали за кількістю відбудованих бджолою сім'єю стільників упродовж сезону. У розрахунку брали до уваги, що маса штучної вощини стандартного стільника (435×300 мм) становить 70 г. Звідси, кількість виділеного бджолами воску відбудованого стільника становитиме 70 г (маса стільника 140 г мінус вага вощини 70 г). За умови, що бджіл утримували у вуликах системи «Рута», маса воску відбудованого стільника становила 53,7 г. Для точнішої оцінки воскової продуктивності, окрім відбудованих стільників, враховували і віск, отриманий із забрусу, вирізаних язиків, із підмору тощо. Інтенсивність льотної діяльності визначали обліком кількості робочих особин, які вилетіли і повернулись до гнізда упродовж 5 хв. Визначення проводили о 9:00, 12:00, 15:00 та 18:00.

Встановлено, що загальна кількість відбудованих стільників упродовж сезону була в межах 12,3–15,2 шт., при цьому найбільше значення спостерігали у бджіл VI та II груп — 15,2 і 15,1 шт. відповідно, що, порівняно з контрольною групою, більше на 2,9 ($P<0,01$) і 2,8 ($P<0,05$) шт.

Вихід воску зі стільників коливався від 664,2 до 820,8 г. При цьому різниця за названим показником була вірогідною лише між контрольною і другою — 151,2 г ($P<0,05$) та контрольною і шостою групами — 156,6 г ($P<0,01$). Найменше воскових надбудов виявляли у бджіл I групи, а найбільше — у бджолосімей четвертої групи. Різниця за кількістю воскових надбудов між контрольною і дослідною групою у всіх випадках була вірогідною і коливалась від 12,2 до 25,9 г. Найменшим виходом воску характеризувалися бджоли вучківського типу — 736,5 г, що менше, ніж у бджіл II групи, на 163,4 ($P<0,01$), III — на 139,3 ($P<0,05$), IV — на 90,7, V — на 81,7, VI — на 181,1 г ($P<0,01$).

Зранку льотна активність бджіл була в межах 310,7–398,3 прильотів за 5 хв. Найменше значення виявили у бджіл I групи, найбільше — у II. При цьому за названим показником різниця була вірогідною між I та II — 87,6 шт. ($P<0,05$), I та V — 66,5 шт. ($P<0,05$), I та VI групами — 72,3 шт. ($P<0,05$). Найбільша кількість бджіл з обніжкою повернулася у VI дослідній групі — 115,5 шт. У жодному випадку різниця не була вірогідною. Найбільшу активність бджіл спостерігали о 12:00, а найкращі результати показали бджоли II та VI груп — 757,6 та 750,4 прильотів відповідно. Несуттєво їм поступалися бджоли V групи. При цьому у всіх випадках різниця була вірогідною. Найбільше обніжки принесли бджоли інбредного кросу — 312,9 шт., що на 84,1 шт. більше, ніж у комах контрольної групи ($P<0,05$). О 15:00 активність бджіл зменшилася. У бджіл I групи вона становила 335,8 шт., що на 225,3 шт. менше, ніж у II групи, на 185,1 — ніж у III, на 222,4 — ніж у IV, на 214,8 — ніж у V і на 212,3 — ніж у VI групи, за $P<0,001$ у всіх випадках. При цьому найменше бджіл з обніжкою повернулось у IV групі, а найбільше — у V. О 18:00 активність бджіл була приблизно такою ж, як у попередньому періоді. Найкращі результати виявили у бджіл V групи — 392,2 шт., що на 135,1 шт. ($P<0,01$) більше, ніж у контрольної. Також в цій групі повернулося найбільше бджіл з обніжкою — 126,8 шт. Різниця за цим показником між контрольною і дослідними групами здебільшого була невірогідною.

Таким чином, між бджолами різних внутрішньопородних кросів карпатської популяції спостерігалися певні відмінності за показниками воскової продуктивності та льотної діяльності. Найбільшим виходом воску характеризувалися бджоли селекційних кросів VI і II дослідні групи. Найбільша льотна діяльність з 9:00 до 15:00 відмічена у бджіл інбредного кросу і лише о 18:00 найкращі результати спостерігалися у бджіл V дослідної групи.

Ключові слова: карпатська порода бджіл, екстер'єр, морфометричні показники, льотна діяльність, воскова продуктивність

Науковий керівник — доктор с.-г. наук, ст. н. сп. В. В. Федорович.

Кардіоміопатія кішок

Я. Подлесна

yana.podlesnaya90@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Кардіоміопатією називають групу захворювань серцевого м'яза, а саме середнього м'язового шару — міокарда. Ця хвороба часто зустрічається у котів і кішок у віці 9 років. Однак також не можна заперечувати породну схильність, до якої більш схильними показали себе породи перських і британських кішок, шотландських висловухих, сфінксів, абісинських кішок, бірманської породи, мейн-куни. Тож актуальність вивчення цього захворювання не можна заперечувати.

Розрізняють два основні види класифікації кардіологічних хвороб — первинні та вторинні захворювання міокарда. Дилатаційна, гіпертрофічна, рестриктивна, а також аритмогенні та некласифіковані види кардіоміопатії належать до першої групи. До другої групи треба віднести захворювання, які виникли внаслідок гіпертонії, дефіциту таурину, підвищеної активності щитовидної залози. Загальними ознаками розвитку кардіоміопатії у кішок є задишка, млявість, дихання з відкритим ротом після виникнення фізичного чи емоційного навантаження тварини. У запущених випадках може настати відмова задніх кінцівок.

Гіпертрофічна кардіоміопатія (ГКМП) — це захворювання, що характеризується збільшенням (гіпертрофією) міокарда шлуночків. Точних причин виникнення цього захворювання досі не виявлено. Однак це може бути пов'язане з генетичними патологічними змінами або виникненням хронічної артеріальної гіпертензії, яка зазвичай присутня через ниркову недостатність. Симптомами захворювання є задишка після фізичного чи емоційного навантаження, млявість, кашель, параліч задніх кінцівок. Розрізняють симетричну ГКМП, де гіпертрофований весь міокард, та асиметричну ГКМП, де уражені лише ділянки міокарда або один зі шлуночків. Також за виникнення симетричної ГКМП, наприклад, якщо це є вродженим захворюванням, висока ймовірність розвитку субаортального стенозу (порок серця). Найчастіше у кішок трапляється асиметрична ГКМП. Товщина міокарда при цьому збільшується у 2–3 рази, що, у свою чергу, сприяє розвитку діастолічної дисфункції. Наслідком тривалого розвитку хвороби у вихованця може виникнути тромбоемболія. Джерелом тромбів є ліве передсердя, де формується згусток крові. Надалі це може призвести до паралізації задніх кінцівок та виникнення больового синдрому.

Рестриктивна кардіоміопатія. Захворювання можливо виявити лише після перенесення тваринам тяжкої хвороби серця — наприклад, серцевої недостатності. Найефективнішим методом швидкої постановки діагнозу є проведення ехокардіографії. Рестриктивна кардіоміопатія — спадкове захворювання, що трапляється зрідка. Це захворювання характеризується змінами міокарда із порушеннями його скоротливості. Також погіршується еластичність міокарда, виникає навантаження передсердь. За тривалого перебігу хвороби виникають різні набряки, застій крові у легенях, скупчення рідини у плевральній порожнині. В окремих випадках спостерігається значне збільшення передсердь.

Дилатаційна кардіоміопатія. За дилатаційної кардіоміопатії відбувається зниження скоротливості міокарда, розтягнення шлуночків та збільшення їх в обсязі. Серце розтягується і трохи нагадує форму кулі. Також це захворювання супроводжується систолічною дисфункцією. Внаслідок компенсації викиду малого струму крові спостерігається збільшення частоти серцевих скорочень, ознак серцевої недостатності. До основних причин виникнення дилатаційної кардіоміопатії відносять автоімунні захворювання, генетичну схильність, вірусне або бактеріальне запалення серцевого м'яза, інфекційний міокардит.

Діагностика. У діагностиці кардіоміопатії найпоширенішим методом дослідження є ЕхоКГ. Це ультразвукове сканування грудної порожнини. За допомогою нього проводиться діагностика різноманітних серцевих захворювань. Цей метод дослідження дозволяє оцінити загальні розміри як самого серця, так і окремих його структур — шлуночків, перегородок, товщину міокарда шлуночків та передсердь. Також ЕхоКГ може визначити масу серця та фракцію викиду струму крові. Досить активно використовується метод електрокардіографії, рентген та УЗД грудної порожнини.

Отже, лише своєчасна діагностика допоможе запобігти розвитку кардіоміопатії. З цієї метою рекомендується профілактичний огляд кардіолога: кішкам порід, які належать до групи ризику, — один раз на 1,5–2 роки до досягнення п'ятирічного віку, а також обов'язковий огляд перед хірургічним втручанням; віковим кішкам після досягнення 6 років — перед хірургічними операціями; тваринам з можливими ознаками задишки, наявності серцевих шумів та прояву швидкої втоми.

Ключові слова: кардіоміопатія, міокард, серцева недостатність, ЕхоКГ

Соматичні клітини як показник якості молозива за впливу імунотропних препаратів

Л. Понкало

ponkalo-lesia@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Одним із показників безпечності молозива є ступінь контамінації його соматичними клітинами. Ferdowski et al. [2010] припустили, що зростання кількості соматичних клітин молозива може бути одним із факторів, які впливають на його якість. Дослідження останніх років показали, що молозиво корів зі стійкими або транзиторними інфекціями молочних залоз відрізнялося від молозива неінфікованих корів [Puppel, 2020]. Внаслідок запальних процесів у молочній залозі змінюється хімічний склад молозива і молока, його фізичні, біологічні та технологічні властивості. Якісний склад та властивості молозива мають вирішальне значення для новонародженого [Wasowska, 2018], оскільки перші години та дні життя тварин, у зв'язку з переходом з умов антенатального періоду до постнатальної стадії онтогенезу, характеризуються найбільш критичним періодом розвитку [Stelwagen, 2009, Puppel, 2019]. Несвоєчасне згодовування телятам достатньої кількості молозива високої якості може призвести до захворювань та подальшої загибелі [Брода, 2012, Brian et al. 2016]. Тому метою дослідження було визначити вміст соматичних клітин у молозиві корів за дії імунотропних засобів.

Дослідження проводили в одному із фермерських господарств Жидачівського р-ну Львівської обл. на трьох групах корів української чорно-рябої молочної породи останнього місяця тільності, розділених по п'ять тварин у кожній групі. Коровам першої групи (контроль) за місяць до передбачуваного отелення внутрішньом'язово вводили ізотонічний розчин натрію хлориду в дозі 0,02 мл/кг маси тіла, тваринам другої групи — відповідно, вітаміни А, D₃, Е, лізин, метіонін і цинк оцтовокислий в дозі 0,02 мл/кг маси тіла, тваринам третьої групи — аналогічно комплекс вказаних вітамінів, лізин, метіонін і селеніт натрію в дозі 0,02 мл/кг маси тіла. Молозиво для проведення лабораторних досліджень одержували ручним доїнням пропорційно до надою з кожної чверті вимені на 1- і 3-тю добу після отелення. Кількість соматичних клітин в молозиві визначали на аналізаторі молока АМВ-1-02.

Експериментальні дані проведених нами досліджень показали, що у корів контрольної групи спостерігається зростання вмісту соматичних клітин на третю добу після отелення в 1,2 раза ($P < 0,05$) порівняно з молозивом першої доби. Введення коровам в останній місяць тільності вітамінів А, D₃, Е, лізину метіоніну, Цинку та Селену призводить до зменшення ($P < 0,05$) кількості соматичних клітин у молозиві корів обох дослідних груп порівняно з контрольною.

Одержані дані свідчать про інгібуючий вплив досліджуваних чинників у формі ліпосомальної емульсії на кількість соматичних клітин у молозиві корів, що є позитивним фактором, оскільки за зниження кількості соматичних клітин ймовірність виникнення клінічного маститу теж знижується.

Hematological profile, growth and vitality of calves for the action of synbiotic drug of iodine and selenium

O. O. Prokopenko, O. Vishchur

5399121@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

The main tasks of livestock are to increase milk and beef production, improve the quality of products and their environmental safety. The current state of the environment affects the adaptive capabilities of animals, leads to diseases of different etiology, the cause of which, in most cases, is functional disorders of the digestive tract. This situation has forced many methodological approaches to the prevention and treatment of diseases and to recognize the need to develop environmentally safe new generation drugs capable of occupying place in the system of measures to ensure biological protection of young animals. Biological alternative to chemical preparations is probiotic agents. At the same time, it should be noted that the simultaneous use of pre- and probiotic additives, that is, so-called synbiotics, which due to the synergistic effect, increase the protective functions of the body and normalize metabolic processes. Synbiotics are a rational combination of probiotic and prebiotics. Also, an important problem in the western region of Ukraine is the lack of provision of the admission into the human and animals of such elements as iodine and selenium.

The purpose was to study the effects of trace elements of iodine and selenium in combination with a synbiotic drug on a hematological profile, growth and vitality of calves in critical periods of growth. In the scientific and production experiment, three groups of calves-analogues have been formed: control and two research groups of 15 animals each. Feeding and maintaining animals of the control and research groups met the existing requirements. To animals of the control group at 10 days the age intramuscularly injected 0.9% sodium chloride solution with a dose of 5 ml/animal. The calves of the first experimental group in this period were similarly introduced by the antibacterial drug "Zeleris" with a dose of 1 ml/40 kg of body weight. The calves of the second experimental group were similarly introduced by 0.9% sodium chloride solution, as well as used drug "Enteronormin", a dose of 3 g per animal/day according to the following scheme: the first time the test drug was carried out with water in 10 days-six days in a row, next setting-at 24 days (also a dose of 3.0 g per animal/day, two days in a row). At the same time, the calves of this group, starting from 10 to 65 days, were erupted by an aqueous solution of iodine and selenium, the drug "Yodis-concentrate", a dose of 25 mg J/1T of water. In the 25-day age, the animals of the control and experimental groups were performed intranasal vaccination with the drug "Infors-3", according to the instructions-laying. In the 10- and 25-, 50- and 60-day age from each group of calves before the early feeding from the jugular vein was carried out blood for research.

Our studies shown that in calves used by the drug "Enteronormin" in combination with iodine and selenium, the hemoglobin content in the blood was 19.1% higher than in the animals of the control group ($P < 0.05$). At the same time, on the 65th day of studies, in the blood of calves of this group compared to the control, the lower at 17.8% number of leukocytes ($P < 0.05$) was recorded. However, throughout the period of studies of significant changes in relation to the total number of erythrocytes in the blood of calves of experimental groups in relation to the control was not detected. The introduction of calves of the studied drugs helped to increase body weight and medium-term growth of calves obtained from them. It should be noted that this effect was more pronounced in calves, which used a synbiotic drug, which indicates their greater body weight in the 30- and 60-day age ($P < 0.05$). At the same time, the conservation of calves of the experimental groups, compared to the control, was higher by 33.3%.

Key words: calves, blood, probiotics, prebiotics, iodine, selenium.

Ідентифікація LCC-каналів у клітинах різного типу

К. Проценко, О. Котик, О. Діденко, С. Надтока, О. Тарнопольська, А. Котлярова,
С. Марченко

protsenko.kate.47@gmail.com

Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України, м. Київ, Україна

Ядро є органелою, яка оточена двома мембранами, а в останніх, у свою чергу, сконцентрована велика кількість ядерних пор та іонноселективних каналів [Marchenko et al., 2005; Matzke et al., 2010]. Раніше було підтверджено наявність спонтанно активних катіонних каналів з провідністю 198 ± 27 пСм у ядерній мембрані нейронів Пуркінє мозочка [Marchenko et al., 2005] і з провідністю 209 ± 13 пСм у ядерній мембрані кардіоміоцитів [Котик та ін., 2019]. Ці канали є потенціал-залежними, селективними для одновалентних іонів та непроникними для двовалентних катіонів. Проте досі відомо лише про базові електрофізіологічні властивості LCC-каналів, а знання про їхню фізіологічну роль поки що залишаються на рівні робочої гіпотези. Її суть полягає у зменшенні локальної різниці потенціалів, котра виникає при вивільненні Ca^{2+} з внутрішньоклітинних депо за рахунок протилежно спрямованого потоку іонів K^+ . Механізми внутрішньоклітинної Ca^{2+} -сигналізації, як і експресія іонних каналів у мембранах, можуть суттєво відрізнятися між клітинами різного типу, тому наявність чи відсутність LCC-каналів у ядерній мембрані клітин певного типу може стати вагомим фактором для з'ясування фізіологічної ролі цих каналів. Метою цієї роботи була ідентифікація і порівняння властивостей LCC-каналів у нейронах Пуркінє, кардіоміоцитах різних частин серця і гепатоцитах.

Дослідження виконано на щурах ліній *Bistar* та *Фішер* віком 3–4 тижні. У тварин після декапітації виділяли серце, мозок та печінку і поміщали в охолоджений розчин на основі NaCl. Детально процедура ізолювання ядер з кардіоміоцитів і нейронів Пуркінє мозочка та методика реєстрації іонних струмів крізь їх мембрани описані нами раніше [Marchenko et al., 2005; Котик та ін., 2018; Котик та ін., 2019]. Спочатку виготовляли зрізи товщиною до 400 мкм та поміщали їх у розчин, наближений за складом до внутрішньоклітинного, котрий містив інгібітори протеаз. Ядра кардіоміоцитів з отриманих зразків виділяли методом гомогенізації із застосуванням гомогенізатора *Dounce*, після чого фільтрували через нейлонову тканину та центрифугували (4°C) протягом 10 хв за 1000 g. Цей же тип гомогенізатора використано для ізолювання ядер гепатоцитів. Тканину мозочка гомогенізували пропусканням через металеву голку діаметром 0,7 мм, після чого отриманий гомогенат центрифугували 5 хв. за 2000g. Після центрифугування клітинний осад ресуспендували розчином і відмивали від залишків органел. Електрофізіологічні дослідження проводили, використовуючи метод *patch-clamp* у конфігурації *nucleus-attached* або *excised patch* у режимі фіксації потенціалу. Результати вимірювання струму крізь окремі іонні канали аналізували за допомогою програм *Clampfit 10.3* і *OriginPro 9.0*. Вірогідність різниці визначали на основі *t*-тесту Стюдента.

LCC-канали ядерної мембрани нейронів і кардіоміоцитів характеризуються повільною кінетикою, а ймовірність їх перебування у відкритому стані (P_o) залежить від прикладеного потенціалу і становить близько 1 за +40 мВ і 0,3–0,45 за –40 мВ. Розрахована провідність LCC-каналів лівого та правого шлуночків кардіоміоцитів становить, відповідно, $209 \pm 2,7$ пСм ($n=5$) та $206 \pm 3,1$ пСм ($n=6$). Канал з подібними властивостями ми зареєстрували також у міжшлуночкової перегородці ($n=2$). При цьому середнє значення амплітуди струму через LCC-канал ядерної мембрани кардіоміоцитів за прикладеного потенціалу +60 мВ було на 10% більшим ($P \leq 0,05$), ніж за таких же умов крізь LCC-канал ядерної мембрани нейронів, а за –60 мВ — навпаки, на 12% нижчим ($P \leq 0,05$). Однак відмінностей цього параметру за прикладеного потенціалу ± 40 мВ не спостерігали. У ядерній мембрані гепатоцитів зареєстровано іонний канал з провідністю $130 \pm 4,3$ пСм ($n=3$) та повільною кінетикою, властивості якого потребують подальших досліджень.

Отже, у ядерних мембранах нейронів Пуркінє мозочка, кардіоміоцитів лівого та правого шлуночків, передсердя, а також міжшлуночкової перегородки експресовані LCC-канали з подібними електрофізіологічними властивостями. Незначні відмінності у біофізичних параметрах можуть бути зумовлені особливостями внутрішньоклітинної сигналізації у клітинах різного типу. Також питанням найближчого майбутнього є перевірка наявності LCC-каналів у ядерній мембрані м'язової тканини (посмуговані і гладенькі м'язи), ооцитів і секреторних клітин слинних залоз.

Ключові слова: ядерна мембрана, LCC-канали, іонні струми, петч-клемп

Дослідження виконано за часткової підтримки гранту на виконання проєктів науково-дослідних робіт (НДР) молодих учених НАН України (2021–2022 рр.), конкурсний проєкт «Фармакологічна чутливість та експресія катіонних каналів великої провідності у ядрах клітин різного типу; номер держреєстрації 0121U112012.

Виробництва екологічного харчового яйця курей яєчних кросів різної селекції в умовах приватних господарств населення

Н. Пустова, В. Попов

pustovanatasha@ukr.net

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна

Ефективне ведення птахівництва вимагає від виробників утримувати лише високопродуктивну птицю — скоростиглу, швидкоростучу, з високими показниками продуктивності, стресостійку та пристосовану до зміни умов утримання і доброго використання вуглів-випасів за екологічного птахівництва. Державна програма на розвиток сільських територій передбачає реструктуризацію АПК переміщенням центрів потужностей виробництва сільськогосподарської продукції з господарств населення у фермерські господарства, обмеженням параметрів нащадків виробничих потужностей агрохолдингів, підвищенням якісних і безпекових споживчих властивостей агарної продукції, реалізацією політики імпортозаміщення дефіцитного продовольства, покращенням фізичної доступності продовольства для населення, припиненням практики бартерних операцій та стимулюванням монетизації розрахунків орендних відносин. Тому в ході наших досліджень ми вивчали перспективи виробництва екологічного харчового яйця курей яєчних кросів різної селекції в умовах приватних господарств населення, що дозволить збільшити дохідність домогосподарств сільських територій та розвиток аграрного виробництва, а саме максимальне використання природної кормової бази та ресурсів місцевості, регіону тощо.

Мета дослідження: проаналізувати технології виробництва харчового яйця курей яєчних кросів *Lomann Sandy*, *Hy-Line Brown*, *Redbro* різної селекції в умовах приватного домогосподарства.

Методи дослідження: візуальний — для виявлення фенотипових особливостей курей; ваговий — для визначення динаміки живої маси та маси яєць, спожитих кормів тощо, розрахунково-порівняльний — для встановлення показників мікроклімату за період вирощування курей; економічної ефективності технологій вирощування курей; математично-статистичний — для розрахунків та оцінки достовірності отриманих результатів досліджень.

Дослідження проводили в приватному домогосподарстві з виробництва екологічної продукції харчового яйця курей та м'яса птиці Подільського регіону, Хмельницької обл., Старокостянтинівського р-ну. Домогосподарство виробляє тваринницьку та рослинницьку еко-продукцію: яйце та м'ясо курей, виробництво органічних добрив тощо. Корми для птиці на 90% власні зернові, решту становлять підкормки: рибне борошно, премікси, крейда тощо. Умови утримання для курей були однакові — мікроклімат та незначна відмінність у раціоні, що відповідало рекомендаціям з вирощування кожного з кросів птиці. Протягом 20–30 днів молодняк підготовлюють до яйцекладки, поступово переводять на раціон дорослих курей-несучок, збільшують тривалість світлового дня, стимулюючи період настання яйцекладки (вік 145–155 днів). Молодняк переводять у кури-несучки у віці п'ять місяців. Температурний режим пташників підтримується калориферними установками, вентиляторами, розташованими у стінах пташників. Температура у приміщенні підтримується на рівні +20°C. Повітрообмін у літній період становить 5 м на один кілограм живої маси за швидкості руху повітря 0,5 м/сек, а взимку — відповідно, 2,5 м³ і 0,3 м/сек. Вологість повітря — у межах 60–70%. Світловий день у період несучості птиці становить 14 год./добу, проте якщо несучість <85%, світловий день збільшують до 16 год. Понад цієї норми освітлення не впливає на продуктивність птиці, лише більше витрачається електроенергії та підвищується собівартість продукції.

Отримані показники змін живої маси досліджуваних кросів птиці свідчать про відставання у рості курчат за весь період вирощування у межах від 0,6 до 25 г від рекомендованої маси. Найменше відхилення спостерігали у птиці кросу *Redbro*, а найбільше — у кросу курей *Lomann Sandy*. Це може свідчити про швидку скоростиглість курей комбінованих кросів високопродуктивних несучок, які майже закінчують ріст у 5–6-місячному віці.

У домогосподарстві за вирощування курей для отримання еко-продукції використовують раціони, складені за рекомендаціями з вирощування кожного із кросів. Загалом досліджувані раціони курей різних вікових періодів містять достатню кількість поживних речовин, проте є незначне перевищення вмісту обмінної енергії, сирого протеїну та сирого клітковини і нестача мінеральних речовин, частіше спостерігали перевагу органічних показників та нестачу неорганічних. Аналіз раціонів згодовуваних птиці за дослідний період можна вважати оптимальним.

Порівняння отриманих показників несучості виявило серед досліджуваних кросів курей найвищу та найбільшу несучість спостерігали у курей кросу *Lomann Sandy*, дещо меншу — в курей кросів *Hy-Line Brown* і найменшу — в курей кросу *Redbro*. З віком птиці зменшується несучість, проте максимальна маса яєць, навпаки, зростає; так, у курей кросу *Hy-Line Brown* та *Redbro* він є найвищим у віці 20 і 25 тижнів — у курей кросу *Redbro*. Найменша маса яйця виявлена у курей кросу *Lomann Sandy* у віці 20 тижнів — 44 г, проте найвища у віці 60 тижнів — 66 грам.

Відповідно до отриманих показників несучості? можемо стверджувати, що найбільшу кількість яєчної маси отримано від курей кросу *Lomann Sandy*, дещо менше — від курей кросу *Hy-Line Brown* і найменше — від курей кросу *Redbro*, різниця із найвищим показником 102,4 г. Показник рентабельності у птиці кросів *Hy-Line Brown* і *Redbro* становив 56%, що на 2% поступалось курам кросу *Lomann Sandy* — 58%. Проаналізувавши показники економічної ефективності виробленої продукції птахівництва курами різних кросів, найвищу продуктивність виявили в курей кросу *Lomann Sandy*. Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати про актуальність та практичну значимість проведеного дослідження технології виробництва харчового яйця курей яєчних кросів різної селекції.

Clinical diagnosis of demodicosis in dogs

A. Rodina

ann.rodina001@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Examination of an animal's fur and skin is a very important and informative method of diagnostics because its bad condition is often a sign of different metabolic disorders and pathological processes.

Illness or stress, especially if it is chronic or long-standing, will affect the appearance of the coat, particularly its shine and texture, and many animals will shed excessively when they are under stress. Some of the more common examples of diseases that can affect the coat include hormone imbalances or other metabolic problems, digestive disturbances such as chronic diarrhea, parasites, both internal (intestinal worms) and external (fleas, ticks, mange mites), and cancer. Even arthritis or obesity can cause skin problems such as dandruff or matting if the animal is unable to groom itself properly. Many skin conditions will affect both the shininess and the appearance of fur. Allergic skin disease and seborrhea cause itching and changes in the normal production of skin oils, resulting in a dull coat and excessive shedding, either in patches or over the entire body. The purpose of this work is to analyze the clinical signs of demodicosis disease and its affection on the dog's skin and fur coat.

Methods used for the data processing are observation, comparison, methods of system integration, graphical and analytical.

Demodicosis, or red mange, is a parasitic disease, caused by an immune system disorder, which consists of the inability to control the overpopulation of *Demodex* mite, which is normally present in the host's organism. They are located in the hair follicles. Each mammal species is host to one or two unique species of *Demodex* mites. For example, for dogs, it is *Demodex canis*. Therefore, demodicosis cannot be transferred cross-species and has no zoonotic potential.

Demodectic mange most often occurs when a dog has an immature immune system, allowing the number of skin mites to increase rapidly. As a result, this disease occurs primarily in dogs less than 12 to 18 months of age. Adult dogs that have the disease usually have weakened immune systems. Demodectic mange may occur in older dogs because the function of the immune system often declines with age. Dogs who have a weakened immune system due to illness or certain medications are also susceptible to demodectic mange. Also, *Demodex* can be transmitted from mother to puppies during the first days of life. Some individuals are sensitive to the mites due to a cellular immune deficiency, underlying disease, stress, or malnutrition, which can lead to the development of clinical demodectic mange.

Minor cases of demodectic mange usually do not cause much itching but might cause pustules, redness, scaling, leathery skin, hair loss, skin that is warm to the touch, or any combination of these. Usually, itching is caused by the appearance of secondary microflora, as it was in my working case. Most commonly hair loss appears first on the face, around the eyes, or at the corners of the mouth, and on the forelimbs and paws. It may be misdiagnosed as a "hot spot" or another skin ailment. In the more severe form, hair loss can occur in patches all over the body and might be accompanied by crusting, pain, enlarged lymph nodes, and deep skin infections. Therefore, there is a local and generalized form of demodicosis.

Demodectic mange is diagnosed by taking deep skin scrapings (necessarily until the blood appearance) and microscope examination. The finding of larger than normal numbers of *Demodex* mites in skin scrapings confirms the diagnosis. Occasionally, the disease will be diagnosed by means of a skin biopsy in dogs that have chronic skin infections that have not responded appropriately to treatment.

In my case, dogs were treated by using special shampoo with chlorhexidine, sarolaner, antibiotic therapy (amoxycillin and clavulanic acid to fight secondary skin infection), and immunostimulants. To promote healthy skin and normal fur growth dogs receive vitamin supplements. After almost 3 weeks of treatment, we can clearly see the positive dynamic which includes fur regrowth, itching disappearance, and improvement of general health condition.

Therefore, the results of my practical experience research can be a base of a demodicosis treatment protocol. These observations and detailed descriptions of clinical signs can be useful for the examination of demodicosis in dogs, especially for young veterinarian specialists.

Key words: demodicosis, *Demodex canis*, veterinary, dogs

ДНК-типування свиней за геном теломеразної зворотної транскриптази (TERT)

А. М. Саєнко, Є. О. Будакова, М. Ю. Пека

saenko_artem@meta.ua, elizabethbudakva@gmail.com, pekapoltava@gmail.com

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України, м. Полтава, Україна

Теломерна ДНК і теломеразний комплекс активно вивчають у різних аспектах впливу на фізіологічні та біохімічні процеси в організмі людини і тварин [Зверева та ін., 2010; Eisenberg et al., 2018]. Довжина теломерної ДНК і поліморфізм гену TERT (*Telomerase Reverse Transcriptase*, теломеразна зворотня транскриптаза) можуть бути основою для розроблення молекулярно-генетичних маркерів продуктивних ознак та здоров'я сільськогосподарських тварин, зокрема свиней, і впровадження маркер-асоційованої селекції [Epel et al., 2004; Turner et al., 2019].

У низці досліджень показано, що у гені TERT різних тварин наявні поліморфізми, які можуть бути використані як молекулярно-генетичні маркери [Zabek et al., 2012; McAloney et al., 2014]. Типування свиней за вказаним геном може дати корисну інформацію для відбору тварин зі сприятливим для розвитку продуктивних ознак генотипом. Тим не менше, на сьогодні невідомо, чи можлива маркерна селекція за вказаним геном. Якщо буде знайдено поліморфізм за геном TERT і встановлено його зв'язок з продуктивними ознаками тварин, це дасть підґрунтя для селекційної роботи, спрямованої на закріплення певних ознак в досліджуваній популяції.

Метою досліджень було проаналізувати бази даних первинної структури гену TERT свині, визначити одонуклеотидні поліморфізми (SNP), розробити систему ДНК типування тварин за геном TERT.

Зразки біоматеріалів (кров, щетина) для ДНК-типування були відібрані з провідних господарств України та із банку ДНК лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН. Дослідження проводили на групах 4-х порід свиней: велика біла порода внутрішньопородного типу УВБ-1 (n=10); велика біла порода англійської селекції (n=20); українська м'ясна порода (n=10); в'єтнамська звислочерева порода (n=13) і гібридних тварин: фінальний ірландський гібрид (велика біла × ландрас) × Максгро (n=10). Виділення ДНК з біоматеріалу здійснювали за допомогою реагенту *Chelex 100* [Walsh et al., 2013]. Генотипування тварин за локусом теломери проводили на основі стандартних методик ПЛР-ПДРФ [Глазко та ін., 2001].

Вирівнювання нуклеотидних послідовностей під час аналізу первинної структури гену TERT проводили з використанням програмного забезпечення *MegaX* [Kumar et al., 2021] і сервісу *Blast* [Altschul et al., 1990]. Підбір структури олігонуклеотидних праймерів для ПЛР проводився за допомогою комп'ютерної програми *Primer3* [Untergasser et al., 2012].

З метою пошуку одонуклеотидних поліморфізмів проаналізовано бази даних первинної структури гену TERT теломери (*Ensembl ID*: ENSSCG00000017118 (gene sequence), *NCBI Reference Sequence*: NM_001244300.2 (mRNA sequence)). Для дослідження обрано фрагмент гену, який містить значну кількість одонуклеотидних поліморфізмів: *rs789641834*, *rs698799571*, *rs320317081*, *rs706045634*, *rs696805316*. Для розроблення методу генотипування свиней за геном TERT було обрано SNP *rs698799571*.

Підібрано структуру олігонуклеотидних праймерів для ПЛР-ампліфікації визначеного фрагмента гену теломери свині. Виконано оптимізацію умов ПЛР-ампліфікації фрагмента гену TERT, його рестрикції ендонуклеазою *RsaI* і електрофорезу отриманих ДНК-фрагментів рестрикції в поліакриламідному гелі.

Проведено електрофоретичний аналіз продуктів ампліфікації і рестрикції у 8% поліакриламідному гелі. Згідно з результатами електрофорезу, розміри отриманих ДНК-фрагментів відповідають очікуванім. Фрагмент ампліфікації перебуває на рівні 270 п.н. Більший фрагмент рестрикції розміром 231 п.н. на електрофореграмі, згідно з ДНК-маркером, виявляється у відповідному положенні. Менший фрагмент рестрикції розміром 39 п.н. на електрофореграмі має слабо виражене забарвлення та в деяких випадках може не виявлятися.

Підібрані умови ПЛР-ПДРФ для генотипування за геном теломери дозволяють коректно визначати генотипи тварин. Наявність на електрофореграмі після рестрикції ПЛР-ампліфікату фрагменту ДНК розміром 231 п.н. відповідає генотипу АА (наявний *RsaI*-сайт рестрикції, 270 п.н.) — генотипу ТТ (відсутній *RsaI*-сайт рестрикції), двох ДНК-фрагментів розміром 270 п.н. і 231 п.н. — гетерозиготному генотипу АТ.

Розроблена техніка ДНК-типування за геном теломери була використана для аналізу його поліморфізму в групах 4 порід свиней і гібридних тварин. Виявлено поліморфізм гену TERT за SNP *rs698799571* у групі гібридних тварин; в інших проаналізованих групах тварин поліморфізм не виявлено.

Ключові слова: TERT, маркерна селекція, ПЛР-ПДРФ, свині, селекція

Застосування монензину для профілактики кетозу корів у транзитний період

С. Сачко, Н. Пахолків

sachko@kupavaagro.com

Інститут біології тварин, м. Львів, Україна

Значних збитків молочному скотарству завдають субклінічні форми порушень травлення та обміну речовин: кетоз, ацидоз, дисфункція печінки. Вказані метаболічні відхилення спостерігають у значної частини високопродуктивних корів, що призводить до зниження молочної продуктивності. Монензин — природний антибіотик, який продукується грибами *Streptomyces cinnamonensis* і пригнічує життєдіяльність грам-позитивних бактерій. Останніми роками з'явилися повідомлення про можливість використання монензину для запобігання негативному енергетичному балансу у корів після отелення завдяки посиленню під його впливом утворення в рубці пропіонату — попередника глюконеогенезу.

Використано 3 групи корів української молочної чорно-рябої породи з продуктивністю за попередню лактацію 7 тис. кг молока, по 10 тварин у групі. Тварини отримували стандартний збалансований раціон.

Перша група була контрольною. Коровам другої групи додавали до раціону монензин у дозі 40 мг/кг сухої речовини протягом останніх 3-х тижнів сухостою та перших 3-х тижнів після отелення.

Додавання до раціону корів монензину знижувало протеолітичну активність у вмісті рубця. Крім того, спостерігали пригнічення ліполітичної активності. Амілолітична активність у рубці корів дослідної групи зросла ($P < 0,05$). Целюлозолітична активність не залежала від введення у раціон монензину. Така дія спричинена пригніченням грампозитивних бактерій рубця.

За дії монензину у вмісті рубця значно знизилась концентрація аміаку ($P < 0,05$), що може бути зумовлено двома причинами: меншою його продукцією або ж посиленням використання у синтезі амінокислот бактеріального протеїну. У нашому випадку ми не спостерігали збільшення кількості мікробного азоту, тобто інтенсифікація синтезу мікробного білка не відбувалась. Отже, причиною зниження концентрації аміаку було пригнічення розщеплення протеїну корму. Концентрація лактату у рубці дослідних корів вірогідно зростала. Це спричинено посиленням амілолітичної активності, внаслідок чого у рубці підвищується концентрація молочної кислоти. Враховуючи вищу амілолітичну активність за незмінної целюлозолітичної активності, концентрація ЛЖК зростала, очевидно, внаслідок збільшення частки пропіонової кислоти. Більша концентрація лактату та ЛЖК спричинили зниження рН рубцевої рідини. Це зниження не було критичним і рН залишався у межах фізіологічної норми.

У дослідженні впливу на біохімічні показники крові корів до та після отелення статистично вірогідні зміни виявлено лише у післяотельний період. У плазмі крові корів після отелення при згодовуванні монензину знизилась концентрація сечовини ($P < 0,05–0,01$). Причиною цього може бути зменшення надходження аміаку з рубця внаслідок меншого його утворення, активніше виведення сечовини з сечею або посилення переходу сечовини у рубець зі слиною.

Плазма крові корів, які отримували монензин, містила більше глюкози ($P < 0,01$), що, скоріш за все, пов'язане з більшою продукцією у рубці пропіонату, який є основним попередником глюкози крові жуйних тварин. Крім того, у плазмі крові корів дослідної групи виявлено меншу концентрацію лактату ($P < 0,05$). Цікаво, що концентрація лактату у рубці цих корів за дії досліджуваних чинників, навпаки, зростала. Згідно з сучасними уявленнями, лактат відіграє суттєву роль в енергетичному забезпеченні організму, особливо у жуйних. Використання лактату підвищується в екстремальних умовах. Оскільки концентрація НЕЖК у плазмі крові дослідних корів знижувалась, очевидно, частину енергетичних витрат забезпечує окиснення лактату.

Встановлено вплив монензину на кетогенез. Особливо виражено вказаний ефект проявлявся після отелення. У цей період виявлено значне зниження концентрації ацетоацетату та гідроксибутирату у крові корів, які отримували монензин ($P < 0,01$). У сухостійний період спостерігали лише незначне, хоча й статистично вірогідне ($P < 0,05$) зменшення концентрації ацетоацетату за згодовування монензину. Зниження концентрації кетонів тіл у крові дослідних корів можна пояснити змінами вмісту НЕЖК та глюкози у плазмі їх крові. Кетонів тіла утворюються як додатковий енергетичний субстрат з НЕЖК при дефіциті глюкози. Додавання до раціону монензину збільшило середньодобові надой корів на 2,2 кг, проте жирність молока при цьому знизилась з 3,41 до 3,22%. Внаслідок цього надій у перерахунку на базисну жирність зріс лише на 0,8 кг або на 3,8%. Змін у вмісті молочного білка та лактози не виявлено.

Отже, введення до раціону монензину може зменшити негативні зміни метаболізму, характерні для корів у транзитний період, і запобігти низці поширених у високопродуктивних корів порушень обміну речовин, а саме кетозу, стеатозу, ацидозу.

Ключові слова: корови, транзитний період, кетоз, монензин, рубець, кров, молоко

Genetic features and anomalies of the Hereford breed of cattle

S. Symynets

mastekini14@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The Hereford is a breed of beef cattle. It is one of the most widespread breeds in the world. They are known for their longevity (females can procreate for 15 years while males are good procreators for 12 years), rapid population growth, undemanding maintenance and a high-level adaptation to different climatic conditions. That's why this breed is crucial for the development of livestock in Ukraine. Moreover, the genetic peculiarities of animals make a good basis for further researchers of breeders and geneticists.

This work is based on the articles about the genetic peculiarities of Hereford cattle posted in Online Mendelian Inheritance in Animals (OMIA) and the National Center for Biotechnology Information (PubMed).

Colour, type of wool, polled, the presence of horns and results of crossbreeding are the crucial peculiarities of Herefords. The typical colour of this breed is reddish-brown with white areas along the abdomen, limbs, head and tail end. Also, there is sometimes a white line along the back. The inheritance type of this feature is autosomal dominant, the gene of the reddish-brown type of wool (*COPA* (*DR⁺DR)) is located on the third chromosome. [OMIA 001529-9913, by Frank Nicholas, 2010]. It is worth mentioning that the breeders worked for a long time on making a white head colour typical only for Hereford cattle. Nonetheless, Soviet geneticists bred a new breed with the participation of Hereford-Kazakh Whiteheaded, which can be considered one of the types of Hereford cattle.*

There are individuals with curly and soft wool among the representatives of this breed. This feature is inherited as autosomal dominant, the gene of curly wool (*KRT27*) is located on the 19th chromosome [OMIA 000246-9913, by Frank Nicholas, 2005]. Hereford breed is characterized by its polled or the presence of horns. The polled types are more common, because of the dominance of the polled gene (*POLL*) [OMIA 000483-9913, by Frank Nicholas, 2005]. The classical breed type is horned (horns are directed downwards or forwards).

Animals of this breed should be crossed only within their breed for the maintenance of its purity and its common characteristics (especially meat traits). Hereford cattle has proven itself on the good side in the modern livestock industry. Therefore, other breeds derived from these cattle appeared. One of them is black Hereford. It was obtained by crossing Hereford, Goldstein and Aberdeen-Angus breeds. If the animal carries 50% of Hereford blood and 50% of Aberdeen-Angus blood, it is called Black Baldy (this breed's black skin reduces the risk of burns on the udder).

The most common genetic disorders of this cattle breed are hypotrichosis, eye cancer and idiopathic epilepsy. Hypotrichosis is a condition in which there is little or no hair. Calves are often born with very short hair that can fall out leaving bare spots or areas particularly sensitive to friction. It may change with age, disappear completely or become less noticeable. On the place of the lesion short "silver" wool starts to grow. Hypotrichosis in Hereford's genealogy is inherited as an autosomal recessive trait. Genetic tests are carried out to detect the presence of markers. The results are reported in this way: HYF/HYPF — free of the mutation causing Hypotrichosis. HYC/HYPC — carrier of the mutation causing Hypotrichosis. HYA/HYPA — affected by the mutation causing Hypotrichosis [OMIA 002114-9913, by Frank Nicholas, 2017].

Herefords can get eye cancer mostly in areas where animals are exposed to more sunlight. The disease starts with conjunctivitis. Cancer usually affects animals older than 4 years. Herefords which do not have black circles around the eyes are more vulnerable to this disease. It is revealed that by the type of inheritance this type of disease is multifactorial. Studies showed that the disease prevalence of an offspring whose parents did not have cancer is 11%, the offspring of sick parents — 36%, and when one parent was sick — 22–25%.

The third, genetically determined disorder, common for Herefords is idiopathic epilepsy. The main symptom of which is that the animal lies on its side with outstretched limbs. The time of the first attack can vary from the time of birth to several months. It can be affected by various factors such as a rapid change in temperature or increased physical activity. Idiopathic epilepsy is prevailing for the horned type of Herefords. The disease is inherited as an autosomal recessive trait. The results are reported in this way: IEF — free of the mutation causing Idiopathic Epilepsy, IEC — carrier of the mutation causing Idiopathic Epilepsy, IEA — affected by the mutation causing Idiopathic Epilepsy [NZ Hereford Association Magazine: Genetic Abnormalities].

In conclusion, Hereford cattle is one of the most profitable animals to keep. It is defined by its high endurance, longevity, the ability to reproduce every year, unpretentiousness in food and high productivity. This breed has some genetic peculiarities that do not affect its life and the quality of production. Over the years, three major genetic "defects" inherent in this breed were identified. However, these problems can be prevented or even avoided by undergoing genetic tests.

Key words: the Hereford, the gene, genetic features, genetic anomalies

Оцінка життєздатності спермій кнурів за додавання різних концентрацій глютаму цинку

О. Сливчук, О. Штапенко, І. Гевкан, І. Яремчук, С. Корнят

free.code.online@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, Львів, Україна

Одним з ключових мікроелементів, який впливає на відтворювальну функцію тварин, є цинк. Він входить до складу понад 200 металоензимів, які беруть участь у вуглеводному, білковому та нуклеїновому обміні. На важливу роль цинку у регуляції сперматогенезу вказує його високий вміст у передміхуровій залозі та еякуляті, також значне зниження вмісту цинку у сім'яній рідині при фертильності. Дефіцит цинку викликає порушення відтворювальної функції, зокрема впливає на передню долю гіпофіза і призводить до гальмування продукції та виділення ЛГ і ФСГ, гормональну активність, дозрівання сім'яників під час статевого дозрівання, функціонування передміхурової залози.

Мета досліджень — встановити вплив глютаму цинку у різних концентраціях на якісні показники спермій та деякі біохімічні показники плазми сперми кнурів. Сперму отримували мануальним способом з режимом використання кнурів два рази на тиждень. Після одержання сперми визначали об'єм еякуляту, рухливість і концентрацію спермій. Сперму, розріджену середовищем «Екосперм», розділяли на групи: контрольну — без додавання та дослідні — з додаванням по 1,0; 2,0 і 5,0 мкг глютаму цинку у мл розріджених еякулятах. Оцінку якості сперми проводили через 24, 48, 72 та 96 год. від початку інкубування за 18°C. Визначали загальну активність та відсоток спермій з прямолінійно-поступальним рухом. Водночас зразки сперми центрифугували при 3000 об./хв. впродовж 10 хв. і відбирали плазму розбавленої сперми для біохімічних досліджень.

Встановлено, що активність спермій у розрідженій спермі кнурів усіх досліджуваних груп суттєво не змінювалась у перші 24 год. культивування, тоді як на 48-у год. життєздатність спермій вірогідно зростала за додавання 1 мкг/мл глютаму цинку. Рухливість спермій у цій дослідній групі складала 74,7%, а активність становила 64,6%, тоді як у контролі рухливість знижувалась до 67,8%, а активність — до 51,5%. Вживання спермій у всіх дослідних групах було вищим за показник контрольної групи і становило понад 65%. Найвищі показники активності на 72-у год. культивування також спостерігалися за додавання 1 мкг/мл глютаму цинку — виявлено 45,8% спермій з прямолінійно-поступальним рухом та рухливістю 65,1%. На 96 год. культивування спостерігалась тенденція до збільшення вживання спермій кнура за додавання 2 та 5 мкг/мл глютаму цинку, відповідно, до 28,5 і 25,8%, тоді як у контрольній групі відсоток сперматозоїдів з прямо-поступальним рухом становив 10,7%.

Встановлено відмінності впливу глютаму цинку на вживання спермій кнура залежно від концентрації сполуки. Додавання до розрідженої сперми глютаму цинку у дозі 2 та 5 мкг/мл забезпечує активність та високу життєздатність спермій.

Ключові слова: сперма кнурів, цинк, вживаність, активність

Гематологічні показники крові у корів, хворих на субклінічну форму маститу, за дії апіфітопрепарату «Антимаст» у формі мазі

Г. В. Собко¹, Н. А. Брода², Б. М. Куртяк¹, Т. О. Пундяк¹
sobko2312@gmail.com

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Мастит корів, особливо його субклінічна форма, належить до проблем, які завдають значних економічних збитків молочному скотарству. Вимоги до санітарної якості молока та молокопродуктів, які не допускають наявності залишків антибіотиків, створюють необхідність у розробці екологічно безпечних препаратів і способів їх використання. За останні роки значно розширились наукові дослідження з пошуку нових ветеринарних препаратів, виникли нові підходи до оцінювання їхніх властивостей та практичної цінності. Згідно з сучасними вимогами екологічної безпеки, вони мають бути високоефективними і водночас екологічно безпечними, а також сприяти профілактиці рецидивів захворювання та максимальному відновленню молочної продуктивності. Особливе зацікавлення викликають апіфітопрепарати, лікувальний ефект яких зумовлений наявністю в їхньому складі біологічно активних компонентів з продуктів бджільництва та рослинних вітамінно-мінеральних комплексів.

Наші дослідження були скеровані на вивчення гематологічного профілю корів, хворих на субклінічну форму маститу, за умов застосування апіфітопрепарату «Антимаст» у формі мазі.

Дослід проведено в одному з господарств Львівської обл. у весняний період на двох групах корів (2–3 лактації) по 7 тварин у кожній. Корів перед початком досліджень було продіагностовано віскозиметричним експрес-методом на субклінічну форму маститу: контрольна група — здорові тварини, кількість соматичних клітин не перевищувала 400 тис./см³; дослідна група — з ознаками субклінічного маститу, кількість соматичних клітин була в межах від 500 тис. до 1 млн. у 1 см³. Для визначення ураженої частки молочної залози застосовували 2%-й водний розчин мастидину. Коровам дослідної групи після доїння один раз на добу впродовж 7 днів втирали масажними рухами в шкіру вимені мазь «Антимаст». До складу мазі «Антимаст» (реєстраційне посвідчення №АВ-03772-01-12 від 16.10.2012 р.) входять прополіс, олія рицинова, віск бджолиний, жири тваринного походження, мед бджолиний, квітковий пилок, живиця соснова, вода дистильована.

Кров для проведення досліджень брали з яремної вени у корів до ранішньої годівлі: у клінічно здорових на 1-шу добу експерименту, у корів із субклінічним маститом — на 1-у (перед застосуванням препарату), 3-ю і 9-у добу експерименту.

Дослідження показали, що захворювання корів на субклінічну форму маститу призводить до зміни гематологічних параметрів стосовно показників, виявлених у клінічно здорових тварин. Кількість лейкоцитів у крові корів дослідної групи до початку застосування мазі «Антимаст» була вірогідно більшою, ніж у клінічно здорових корів. Застосування досліджуваного препарату хворим тваринам спричинило нормалізаційний вплив на гематологічні параметри. Зокрема, загальна кількість лейкоцитів у крові хворих корів зменшилась на 9-ту добу після застосування препарату порівняно з рівнем, зафіксованим на 1-у добу експерименту ($P < 0,05$). Разом з цим, необхідно зауважити, що кількість еритроцитів у крові корів, хворих на субклінічну форму маститу, упродовж досліджень істотно не відрізнялась від тварин контрольної групи. Водночас виявлено тенденцію до зростання вмісту гемоглобіну у крові корів дослідної групи на 3-ю та 9-у доби експерименту порівняно з контрольною групою.

Аналіз даних лейкограми крові корів показав, що кількість сегментоядерних нейтрофілів у периферичній крові корів дослідної групи на першу добу експерименту була більшою на 27,7%, а лімфоцитів — меншою на 21,8% порівняно із показниками у крові клінічно здорових тварин ($P < 0,01$). Застосування коровам препарату «Антимаст» у формі мазі спричинило зменшення кількості сегментоядерних нейтрофілів та збільшення числа лімфоцитів на 9-у добу порівняно з 1-ю добою експерименту — відповідно, на 16,7 і 19,7% ($P < 0,05$).

Проведені дослідження показали, що застосування мазі «Антимаст» коровам, хворим на субклінічну форму маститу, позитивно впливає на гематологічний профіль їхнього організму і має практичне значення в лікуванні та профілактиці запальних процесів молочної залози.

Ключові слова: корови, кров, субклінічний мастит, апіфітопрепарат

Діагностика недостатності аортального клапану у коней

I. Тюфанова, Т. Немова

tiufanovaiva43@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Недостатність клапанів аорти (*Insufficiencia valvularum aortae*) — поширена патологія, яку спостерігають переважно у коней, старших за 8 років, однак вона може реєструватися і в 3–4-літок внаслідок перенесеного супутнього захворювання або мати вроджену етіологію.

Основними причинами недостатності аортального клапана у коня є дегенеративні вікові зміни напівмісяцевих клапанів аорти, обумовлені слабкістю сполучної тканини, а також пролапс аортального клапана [Stadler P., Hoch M., Fruhauf B., Deegen E., 1995]. У коней віком понад 15 років причиною дисфункції аортального клапану може бути підвищення вмісту колагену та гідроксипроліну (маркера вмісту колагену) [Bowen I. M., Marr C. M., Chester A. H., Wheeler-Jones C. P., Elliott J., 2004]. У коней віком до 8 років найчастішою причиною є бактеріальний вальвулярний ендокардит та ідіопатичний неінфекційний вальвуліт [Clark E. S., Reef V. B., Sweeney C. R., Lichtensteiger C., 1987]. Рідкісною причиною розвитку аортальної недостатності у коня є розірвані сухожильні хорди серця; паразити; дилатаційна кардіоміопатія; дефект міжшлуночкової перегородки; фенестрація та аневризма аорти [Reef V. B., Spencer P., 1987]. Часто аортальну недостатність спостерігають у поєднанні з іншими вадами або патологіями серця, тому новоутворення міокарда (меланома) також можуть призвести до цієї патології [Kovac M., Ueberschär S., Nowak M., 2005].

Аортальна недостатність характеризується поверненням частини крові під час діастолі з аорти в лівий шлуночок, що спричиняє появу діастолічного шуму в пункті оптимуму клапанів аорти. Компенсується порок гіпертрофією лівого шлуночка. Оскільки частина крові повертається з аорти в лівий шлуночок, то за кожною систолою в аорту викидається більше крові, ніж у здорових тварин. Це зумовлює швидке й високе підняття артеріальної стінки. Однак при діастолі відразу ж частина крові повертається назад, тому пульсова хвиля швидко знижується, що призводить до появи стрибуючого пульсу (*p. celer*), який є патогномонічним для цього пороку [Судаков М.О., 2004].

Існують різні класифікації ступеня важкості недостатності аортального клапану у коней. Одну розраховують на основі довжини потоку регургітації крові від аортального клапана до порожнини шлуночка, а іншу — на основі кількості крові, що регургітується [Marr C. M., Bowen M., 2009]. Зокрема, I ступінь недостатності — обсяг регургітації крові не перевищує 15% ударного викиду, II ступінь — кількість крові коливається в діапазоні від 15% до 30%, III ступінь — об'єм крові становить до 50% від серцевого викиду, IV ступінь — у лівий шлуночок з аорти повертається більше половини від усього ударного викиду крові.

Діагностика недостатності клапану аорти у коня охоплює збір анамнезу, фізикальне обстеження (аускультация, пульсометрія, оцінка загального стану тварини), проте найбільш необхідними в діагностичному відношенні та прогнозуванні подальшого стану тварини є проведення ехокардіографії (ЕХО-КГ), електрокардіографії (ЕКГ) та фонокардіографії (ФКГ).

Під час огляду ділянки серця спостерігають посилений розлитий серцевий поштовх. Перкуторно встановлюють збільшення перкусійних меж серця за рахунок розширення і гіпертрофії лівого шлуночка. При аускультатії виявляють ослаблення II тону, що зумовлене відсутністю періоду замкнених клапанів.

Найважливішою аускультативною ознакою недостатності аортального клапану є характерний голодіастолічний шум різної інтенсивності спадуючого характеру в пункті оптимуму клапанів аорти, що починається безпосередньо за II серцевим тоном; при цьому інтенсивність шуму досить погано корелює із гемодинамічною значимістю недостатності клапана. «Музикальність» шуму може дуже відрізнятися у різних тварин — він може бути дуочим, скрипучим, дзвінким чи гучним. У деяких тварин аортальний шум низької інтенсивності може мати функціональний характер і вислуховуватись, наприклад, відразу після фізичного навантаження [Богданова О. Г., 2017]. За компенсованої аортальної недостатності клінічних проявів цього захворювання може не бути. Проте почастішання пульсу у спокої тварини та зміна характеру артеріального пульсу (скакання або стукання) під час клінічного обстеження вказують на зміни у серцевій діяльності. За декомпенсації досить часто є погіршена переносимість фізичних навантажень і швидке потіння тварини; за явної декомпенсації тварина може рясно пітніти в спокої, розвивається задишка, відмова від роботи чи активності, прояви ціанозу видимих оболонок.

За проведення ЕХО-КГ ознаками захворювань аортального клапана є аномальний рух стулок аортального клапана, ущільнення фіброзного кільця та гирла аорти (підвищена ехогенність), вегетації стулок клапана, зміна їхньої форми та вібрація стулок клапану; під час доплерографії можна побачити зворотний потік крові, діагностувати ступінь пролапсу клапана, встановити компенсаторні можливості серця, визначити показання до оперативного лікування, оцінити тяжкість стенозу з порушення норми градієнта тиску.

За проведення оглядової рентгенограми добре проглядається розширення дуги аорти, збільшення лівого і правого шлуночків. ЕКГ показує зміщення вліво електричної осі серця, ознаки гіпертрофії міокарда, можливі екстрасистолі; ФКГ дозволяє об'єктивно досліджувати шуми в серці.

Для збереження якомога довшої компенсації пороку тварин забезпечують повноцінну годівлю, організовують систематичний моціон на свіжому повітрі. За компенсованої хронічної серцевої недостатності бажане застосування антиоксидантів та комплексних кардіологічних фітозборів. Медикаментозне лікування потрібно застосовувати при декомпенсації пороку. За наявності явних клінічних ознак декомпенсованої хронічної серцевої недостатності лікування охоплює блокатори АПФ, спіронолактон, за вираженої тахікардії — кальцієві блокатори, антиоксиданти. У зв'язку з досить часто присутньою за недостатності аортального клапана артеріальною гіпертензією не рекомендоване застосування кардіотоніків та анаболіків [Богданова О. Г., 2017].

За умови вчасної та якісної діагностики навіть виражене ушкодження аортального клапана не означає несприятливості прогнозу. Правильно підібране лікування дозволяє уникнути помилкового застосування найпоширеніших «кардіологічних засобів», підтримати хвору тварину в задовільній спортивній формі або забезпечити їй хорошу якість життя.

Ключові слова: недостатність аортального клапану, діагностика, коні

Поживна цінність зерна нових сортів озимого ячменю для тварин

С. Федишин, Н. Огородник

fedyshynsergiy16@gmail.com

Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Львівська обл., Україна

Для держав, що характеризуються високорозвиненим тваринництвом, у кормовому раціоні однією із найбільш бажаних зернових культур є ячмінь. Передусім це пов'язане з хімічним складом його зерна. У новостворених сортів кормового ячменю вміст у зерні протеїну сягає 12%, а вміст крохмалю становить менше 55–60%. Їм властивий низький вміст клейковини і велика кількість у складі зерна таких вітамінів, як тіамін, рибофлавін, аскорбінова кислота та токоферол. Треба зазначити, що для зерна кормового ячменю характерна велика кількість лізину, а також Фосфору й кремнієвої кислоти, що не лише є показником його вищої якості, порівняно з іншими зерновими культурами, але й свідчить про високу поживну цінність цього корму для тварин. До того ж, на відміну від вівса, зерно озимого ячменю краще перетравлюється у травному каналі.

Суттєві кліматичні зміни, які відбуваються останнім часом, не сприяють збереженню високого вмісту протеїну в складі зерна озимого ячменю; відповідно, воно не задовольняє вимог харчової промисловості і здебільшого використовується у кормових цілях як фураж для худоби.

З огляду на вплив низки об'єктивних чинників й залежно від сортових особливостей, у зерні озимого ячменю міститься 12–20% води, решту 80–88% становить суха речовина, понад 70–75% якої складають вуглеводи, близько 12–13% — протеїни і 2,1–5% — жири. Проте унікальні властивості зерна озимого ячменю полягають в його жирнокислотному й амінокислотному складі, у тому числі наявності 8 незамінних та 20 заміняючих амінокислот. Порівняно з іншими колосовими культурами, зерно ячменю характеризується повноціннішим протеїном та 2,5–3,2% лізину. У зародку зерна ячменю міститься 43,7% лінолевої і 0,44% ліноленової кислот, 7,4% пальмітинової, 26,5% масляної і 2,6% стеаринової кислот та 5,4% неомилуваного залишку. Окрім нейтральних жирів, у зерні ячменю є ліпоїди, серед яких найцінніші фосфогліцериди, зокрема фосфатиди й фосфоїнозитиди. Основний фосфатид ячмінного жиру — лецитин, завдяки якому його зерно належить до бажаних компонентів раціонів корів і є запорукою отримання кращої якості молока і масла. З огляду на це, зерно ячменю необхідно застосовувати у годівлі тварин, проте попередньо треба визначати його хімічний склад, адже сортові особливості істотно впливають на поживну цінність раціонів.

Метою досліджень був порівняльний аналіз зерна сортів озимого ячменю Арканда й Ізоцель, встановлення їхньої поживної цінності і впливу на продуктивні показники тварин залежно від специфіки хімічного складу. Контролем слугувало зерно французького озимого ячменю Ізоцель, створеного в 2018 р., а дослідним було зерно сорту австрійської селекції Арканда, яке перебуває в українському Реєстрі з 2017 р. У роботі визначали хімічний склад і поживність зерна досліджуваних сортів ячменю і проводили їх зоотехнічну оцінку.

Хімічний аналіз зерна сортів озимого ячменю показав, що кількість сухої речовини у сорту Арканда становила 86,2%, відповідно, для тварин воно було поживнішим, адже для сорту Ізоцель цей показник складав 85,8%. Встановлено, що в зерні сорту Арканда містилось 12,1% протеїну, а в сорту Ізоцель — 11,7%, причому останньому був властивий більший вміст клітковини. Таким чином, зерно сорту Арканда краще перетравлюється і більше забезпечує синтетичні процеси у організмі тварин, а переважання в його складі жиру й безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) свідчить про те, що воно слугує більшим джерелом енергії.

Продуктивність тварин залежить від низки чинників, зокрема поживності кормів. Згідно з розрахунками, вміст перетравних протеїну у зерні ячменю Ізоцель складав 87,7 г, жиру — 14,9 г, клітковини — 22,4 г, а БЕР — 560,3 г, натомість у сорту Арканда ці показники становили, відповідно, 90,8, 15,6, 20,2 і 563,8 г. Отже, споживання зерна ячменю сорту Ізоцель забезпечує відкладання в організмі тварин 171,2 г жиру, а сорту Арканда — 172,8 г. В 1 кг зерна ячменю Ізоцель містилось 1,14 кг кормових одиниць, а в сорту Арканда — 1,15 кг.

Завдяки проведеним розрахункам виходу кормових одиниць із 1 га посівів озимого ячменю було встановлено, що 13,5 ц/га міжсорткової різниці в Ізоцелю й Арканди дозволяє істотно підвищити середньодобові прирости й надої корів. Споживання зерна ячменю сорту Арканда забезпечує 1,6 ц приросту маси або отримання додатково від корів 11,3 ц молока.

Обґрунтовано вплив хімічного складу й поживної цінності зерна сортів озимого ячменю Арканда й Ізоцель на м'ясну і молочну продуктивності корів. Встановлено, що зерно сорту ячменю Арканда за вмістом кормових одиниць і жирівідкладанням у тілі тварин переважає сорт Ізоцель; це пов'язано з його вищою поживною цінністю й відповідно більшою перспективністю для включення до раціонів їх годівлі.

Ключові слова: зерно озимого ячменю, хімічний склад, поживна цінність, продуктивність тварин

Показники крові однорічок коропа лускатого, уражених диплозоонозом

О. Федорович

qnc-sn@ukr.net

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

Для кожного біологічного виду в певному віці, стані та статі властиві специфічні особливості метаболізму, зумовлені біохімічною індивідуальністю параметрів внутрішнього середовища. Найчутливішим і найдинамічним індикатором умов існування особини є кров, оскільки зміни гематологічних показників досить чітко відображають динаміку загального фізіологічного стану організму. Відомо, що кров є однією з перших систем, яка швидко і адекватно реагує на несприятливі фактори зовнішнього середовища, зокрема і на розвиток різних захворювань.

Як свідчить практика останніх років і результати іхтіопаразитарних досліджень, майже весь рибо-посадковий та ремонтно-маточний молодняк у рибицьких ставах України уражений збудниками інвазійних захворювань [Джміль В. І., 2010, 2013; Мазур Т. В. та ін., 2011]. Ураженість риби паразитами спричиняє затримку її росту та розвитку, зниження вгодованості, погіршення товарних і смакових якостей, порушення відтворення і, навіть, загибель [Євтушенко І. Д., 2013].

З огляду на зазначене, метою досліджень було дослідити гематологічні та біохімічні показники крові однорічок коропа лускатого, уражених *Eudiplozoon nipponicum*.

Дослідження проведенні у ТОВ «Рибгосп «Бурштинський» Івано-Франківської обл. та ФГ «Доброутвірський рибзавод» Львівської обл. Для проведення експериментальних досліджень було відібрано дві групи однорічок коропа лускатого (контрольна — неінвазовані риби і дослідна — інвазовані *Eudiplozoon nipponicum*). У кожну групу було відібрано по 6 екземплярів риб масою тіла 45–47 г.

Для біохімічних досліджень від неінвазованих та інвазованих риб відбирали кров з серця за допомогою голки і шприца. Проби стабілізували гепарином з розрахунку 10 од./мл. Визначення вмісту гемоглобіну проводили гемоглобін-ціанідним методом (з ацетонціангідрином). Гематокритну величину визначали на мікроцентрифузі гематокритній МЦГ-8. Кількість еритроцитів підраховували через дослідження крові фотоелектроколориметричним методом з використанням каліброваних графіків. Кількість лейкоцитів підраховували у лічильній камері Горяєва. Вміст загального білка у сироватці крові риб визначали за біуретовою реакцією. Співвідношення окремих білкових фракцій визначали електрофоретичним розділенням у поліакриламідному гелі.

Порушення фізіологічного стану риб під дією токсичного агента відображається на гематологічних показниках. В інвазованих диплозоонами однорічок коропа лускатого змінювалися показники крові, зокрема еритроцити, гемоглобін, гематокрит та лейкоцити. У риб контрольної групи ці показники становили, відповідно, 1,22 Т/л; 83,22 г/л; 0,25 л/л та 26,72 Г/л. У однорічок коропа, уражених *Eudiplozoon nipponicum*, кількість еритроцитів у крові, порівняно з неінвазованою рибою, зменшилася на 0,44 Т/л, вміст гемоглобіну — на 7,97 г/л ($P < 0,001$), вміст гематокриту — на 0,02 л/л, а кількість лейкоцитів, навпаки, зросла на 10,81 Г/л ($P < 0,001$).

У формуванні оцінки функціонального стану організму риби значну увагу приділяють визначенню концентрації білка у сироватці крові та співвідношенню його окремих фракцій. Встановлено, що за цими показниками також спостерігали певні відмінності між інвазованою та неінвазованою рибою. У неуразжених риб вміст загального білка у сироватці крові становив 40,37, альбумінів — 20,85 і глобулінів — 19,52 г/л, що більше ніж у риб, інвазованих *Eudiplozoon nipponicum*, на 3,67 ($P < 0,001$), 2,83 ($P < 0,001$) та 0,84 г/л ($P < 0,001$). Водночас відносний вміст альбумінів у сироватці крові дослідних риб, порівняно з контролем, був меншим на 2,56, а глобулінів — більшим на 2,56%. Альбуміново-глобуліновий коефіцієнт у неуразженої риби становив 1,07 і був вірогідно вищим, ніж в інвазованих особин, на 0,10 ($P < 0,05$).

Збудник диплозоонозу впливав також на фракційний склад білка сироватки крові риб. В уражених паразитами особин, порівняно з контролем, спостерігали зниження вмісту α - і γ -глобулінів — відповідно, на 1,25 ($P < 0,001$) і 0,20 г/л, та вірогідне збільшення вмісту β -глобулінів на 0,61 г/л ($P < 0,05$). У відсотковому значенні була дещо інша картина: вміст α -глобулінів у дослідній рибі, порівняно з контролем, зменшився на 4,69, γ -глобулінів — на 0,15%, а β -глобулінів — збільшився на 4,84%.

Таким чином, за розвитку диплозоонозу в однорічок коропа лускатого, порівняно з неінвазованою рибою, спостерігалися значні зміни гематологічних показників, вмісту у сироватці крові білка та його фракцій. Зокрема, у крові уражених паразитами риб знижувалася кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та гематокриту і підвищувалася кількість лейкоцитів. Також у них пригнічувалася білоксинтезуюча функція, на що вказує зниження вмісту загального білка, альбумінів, α - та γ -глобулінів. Це свідчить про зниження резистентності у однорічок коропа лускатого, уражених *Eudiplozoon nipponicum*, порівняно з неінвазованою рибою.

Ключові слова: однорічки коропа лускатого, *Eudiplozoon nipponicum*, гематологічні показники, білок, білкові фракції

Динаміка вмісту білків крові цуценят протягом двох місяців після народження залежно від статі

Т. Федькалова, М. Брошков, О. Данчук

fedkalovatatana@gmail.com

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Дослідження постнатальної адаптації організму до умов навколишнього середовища привертає увагу багатьох дослідників. Значення білків у живому організмі важко переоцінити: вони виконують захисну, структурну, метаболічну, регуляторну й інші функції. Як загальний вміст, так і співвідношення різних фракцій білка (альбумінів, глобулінів, α -, β -, γ -глобулінів) своїми динамічними змінами відображають не тільки стан обміну білка в організмі, але й свідчать про цілу низку його функцій.

З іншого боку, інформація щодо особливостей обміну білка в крові цуценят різної статі в доступній нам літературі відсутня. Тому метою роботи було дослідити динаміку вмісту загального білка та його фракцій у крові цуценят різної статі.

Дослід проведено на 10 цуценятах по 5 тварин різної статі, отриманих від безпородних собак. На 7-, 14-, 28- та 51-у добу життя у всіх тварин проводили відбір крові з латеральної підшкірної вени передпліччя. В сироватці крові визначали вміст загального білка на біохімічному аналізаторі *Evolution 3000* (Італія) із використанням тест-системи *DAK* (Молдова) та вміст білкових фракцій на біохімічному аналізаторі *Evolution 3000* (Італія) із використанням тест-системи виробництва «СпайнЛаб» (Україна). Одержані цифрові дані опрацьовували статистично: визначали середньоарифметичну величину (M); її похибку (m). Ймовірність різниць середніх значень встановлювали за критерієм Стюдента.

Одержані результати показали вірогідні відмінності у вмісті загального білка в сироватці крові цуценят різної статі у 7-добовому віці. У самців вміст загального білка був $34,2 \pm 0,89$ г/л, що на 17,1% ($P < 0,001$) більше, ніж у самиць ($29,2 \pm 1,03$ г/л). Це можна пояснити тим, що самці мають більшу масу тіла при народженні, внаслідок чого займають соски матері з вищим рівнем лактації, тому певною мірою в них більше надходження поживних речовин, зокрема й білків, до організму. Цікаво зауважити, що вміст альбумінів у крові тварин різної статі в цьому віці вірогідно не різнився: самці — $17,8 \pm 2,7$ г/л, самки — $17,3 \pm 2,8$ г/л. Однак встановлено більший вміст загального білка у крові самців за рахунок більшого вмісту α -глобулінів: у самців — $10,5 \pm 1,2$ г/л проти $7,64 \pm 0,74$ г/л у самок, та γ -глобулінів: у самців — $5,70 \pm 0,46$ г/л проти $3,93 \pm 1,38$ г/л у самок. Вищий вміст γ -глобулінів у крові самців підтверджує теорію більшого рівня надходження поживних речовин до їх організму порівняно з самками, оскільки ця фракція білків крові надходить до організму на ранньому постнатальному періоді онтогенезу винятково з молозивом матері.

У період найінтенсивнішого росту цуценят потреба білка в організмі є значною та повністю забезпечується білками молозива. З 7-ї до 14-ї доби життя вміст загального білка в крові самців зменшується до показника $32,5 \pm 1,5$ г/л, тоді як у самиць збільшується на 18,5% ($P < 0,001$). Таке збільшення проходить здебільшого за рахунок вмісту альбумінів, що вказує на покращення білоксинтезувальної функції печінки.

З 14-ї до 28-ї доби життя вміст загального білка в сироватці крові цуценят залежно від статі збільшився на 15,6–26,8% ($P < 0,001$) із більшим показником у самиць ($40,0 \pm 2,29$ г/л). В основному зростання відбувається за рахунок збільшення вмісту альбумінів у 1,3–1,6 рази ($P < 0,001$) та α -глобулінів у 1,3–1,4 рази, тоді як вміст β - і γ -глобулінів має тенденцію до зниження.

Надалі з 28-ї до 51-ї доби життя вміст загального білка в крові цуценят залишався без суттєвих змін і не залежав від статі тварин. Поряд з цим встановлено збільшення з 28-ї до 51-ї доби життя тварин вмісту β - і γ -глобулінів — відповідно, у самиць у 2,1 ($P < 0,05$) і 3,1 рази ($P < 0,001$), у самців — у 3,9 ($P < 0,01$) і 1,8 рази ($P < 0,05$). Таке збільшення вмісту β - і γ -глобулінів у крові тварин, очевидно, пов'язане з початком синтезу власних антитіл. Встановлено вищий вміст γ -глобулінів у крові самок ($11,08 \pm 1,46$ г/л) порівняно з цими показниками у самців ($7,03 \pm 1,22$ г/л).

Таким чином, протягом перших семи тижнів життя цуценят відбуваються істотні зміни вмісту загального білка і білкових фракцій в їх крові. Ці зміни зумовлені адаптаційними процесами в організмі тварин і певною мірою лімітовані статтю цуценят.

У подальшому, враховуючи зокрема і отримані результати цих досліджень, плануємо розробити метод корекції функціонального стану імунної системи цуценят.

Ключові слова: цуценята, стать, загальний білок, альбуміни, глобуліни

Antimicrobial properties of hydrogels based on gelatin and bifunctional dioxirane crosslinkers

N. Fihurka¹, O. Pomyliuko¹, R. Matiishyn¹, I. Korol¹, N. Kuzmina², S. Varvarenko¹
fihurka.nataliia@gmail.com

¹Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

²Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Microorganisms such as bacteria, viruses, parasites or fungi play an important role in wound healing processes, as they affect the possibility of wound infection, the time of healing, the time of recovery of the patient and the possibility of complications. Therefore, development of antimicrobial dressings possessing the following properties are of great interest: (1) high strength; (2) satisfactory ability to absorb exudate; (3) easily removed from the wound while maintaining integrity, etc.

A large amount of research in this area is aimed at creating biomaterials, in particular hydrogels, with antimicrobial properties. At the same time, one of the attractive ways is obtaining of hydrogel materials based on natural polymers, in particular based on proteins — collagen and gelatin. They are biocompatible and biodegradable polymers and can serve as a source of amino acids or short peptides which ensures the formation of new connective tissue during the regeneration of living tissues in wounds.

Therefore, we set a task to develop a gelatin-based hydrogel with antimicrobial properties. Hydrogels obtained using only gelatin without additional structuring cannot perform the function of a hydrogel bandage, as it forms a hydrogel of the second kind which at body temperature (35–37°C) loses shape stability. Combined hydrogels are more promising for medical application for wound healing and treatment. Such hydrogels are obtained using synthetic and natural polymers and gelatin is one of the components. In our work bifunctional dioxirane crosslinkers based on polyethylene glycols (PEG) of different molecular weights were used for the gelatin structuring. The formation of a three-dimensional hydrogel network occurs due to the interaction of epoxy groups with free amino groups in gelatin (primarily the free amino group of lysine) in an aqueous medium at pH 6–6.5. Hydrogels were obtained at a mass ratio of 1:3 (gelatin ÷ structuring agent) using dioxirane derivative of PEG-400. Studies of the mechanical properties of hydrogels were performed at the temperature of 20°C and 37°C. At both temperatures the obtained hydrogel samples were not destroyed at high load levels and returned to their original shape after removal of the load. At a temperature of 37°C hydrogels became more plastic but did not lose their integrity. Hydrogel samples absorbed from 12 to 15 grams of model exudate per 1 gram of gelling polymers in 24 hours. Thus, obtained hydrogels possess the necessary range of properties for medicine applications.

However, it is still very important to ensure the bactericidal properties of the hydrogel. For this purpose, 0.02% polyhexamethylene guanidine or 1% chlorhexidine was introduced into hydrogel composition at the stage of its synthesis. The bacteriostatic effect was investigated using the disc diffusion test (diffusion into agar gel). Hydrogel disks saturated with antiseptic drugs (diameter 6 mm and height 2 mm) and microorganism strains such as gram-positive *Staphylococcus aureus* ATCC 26923, gram-negative *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (PS) were used to assess the activity of the drug.

The obtained results indicate that the sample containing 0.02% polyhexamethylene guanidine has no inhibition of microbial growth, however, it was not infected with microorganisms confirming that polyhexamethylene guanidine has a bacteriostatic effect in the volume of the hydrogel, but is not released from the sample and does not inhibit growth of bacteria in the surrounding areas. On the other hand, a sample containing 1% chlorhexidine shows release of the drug and inhibition of bacteria growth for the strains *E. coli* and Au for 7 days.

Therefore, hydrogels based on gelatin and bifunctional dioxirane crosslinkers are promising as hydrogel dressings with antimicrobial properties.

Якість спермій баранів за згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки в період статевого спокою

О. Шаран, В. Стефаник

oshaom737@gmail.com

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

У період статевого спокою норми споживання вітамінів та мікроелементів на 25–50% нижчі, ніж у парувальний сезон. Це очевидно знижує якісні показники сперми баранів, про що свідчать численні літературні дані. В сучасних умовах ведення вівчарства за використання стимуляції статевого циклу та штучного осіменіння необхідна наявність якісної кріоконсервованої сперми впродовж року. Тому для підвищення якості сперми баранів у період статевого спокою необхідно підвищити норми споживання вітамінів і мікроелементів до рівня парувального сезону. У зв'язку з цим, для підвищення якісних показників сперми ми запропонували розроблений препарат (кормову добавку) для підгодівлі баранів у період статевого спокою.

Шести баранам породи тексель у період статевого спокою (квітень-травень) впродовж 45 діб у складі основного раціону згодовували кормову добавку, яка містить вітаміни А, D, Е, С та глюконат цинку, у формі ліпосомальної емульсії. Сперму від баранів відбирали на штучну вагіну, двічі на тиждень дуплетні садки. Після отримання сперми визначали об'єм еякуляту, концентрацію спермій, активність і динамічні показники спермій (CASA), виживання та запліднювальну здатність спермій за активністю ензимів-маркерів сукцинатдегідрогенази та цитохромоксидази.

Встановлено, що згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки у період статевого спокою підвищило об'єм еякуляту баранів на 17,6% ($P < 0,05$), концентрацію спермій на 8,2% ($P < 0,05$). Під дією згодовування біологічно активних речовин значно збільшилися кінетичні показники спермій баранів: швидкість при криволінійному русі (VCL) зросла на 11,6% ($P < 0,05$), швидкість просування головки спермія по середній траєкторії руху (VAP) — на 22,3% ($P < 0,01$), швидкість прямолінійного руху головки спермія уздовж прямого відрізка між початковою і кінцевою точками траєкторії (VSL) — на 27,6% ($P < 0,01$). Водночас ступінь лінійності (LIN), ступінь прямолінійності руху спермій (STR) і ступінь відхилення (WOB) зростали не так виражено — відповідно, на 14,3% ($P < 0,05$), 4,2 і 9,8% ($P < 0,05$). Аналізуючи активність ензимів-маркерів запліднювальної здатності спермій баранів, встановлено, що під впливом згодовування вітамінно-мінеральної добавки в період статевого спокою активність сукцинатдегідрогенази зростала на 38,8% ($P < 0,05$), а цитохром оксидази — на 30,6% ($P < 0,01$). Значне вірогідне зростання активності мітохондріальних ензимів у сперміях свідчить про підвищення запліднювальної здатності спермій баранів у період статевого спокою.

Таким чином, згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки у період статевого спокою підвищує продуктивність та якість сперми баранів. Розроблена добавка забезпечує пролонгований ефект, захищає діючі речовини під час проходження їх через травний тракт, активізує відтворювальну функцію баранів, як безпосередню дію глюконату цинку на синтез тестостерону, так і опосередковано — через стимуляцію гіпоталамо-гіпофізарної системи вітамінами А, D₃, Е, а також синтез стероїдних гормонів вітаміном С. Тому для отримання якісної сперми баранів впродовж року доцільно в період статевого спокою до раціонів додавати розроблену вітамінно-мінеральну добавку впродовж не менше 45 діб.

Ключові слова: сперма, баран, вітамінно-мінеральна добавка, активність, запліднювальна здатність

Жирнокислотний склад біляниркового жиру бугайців за згодовування їм клітковиниовмісного корму

А. Шелевач

1059@i.ua

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
сmt Оброшине, Львівська обл., Україна

Молода трава містить велику кількість легкодоступних азотовмісних сполук, але мало клітковини — 18–19% від вмісту сухої речовини за потреби 22–24% [Adams, 2015]. Для поповнення раціону жуйних тварин структурною клітковиною, а також для нормалізації травлення їм згодовують грубий корм (сіно або солом'яну озимію пшениці) у натуральному вигляді або у вигляді різки [Griswold, 2019].

Відомо, що клітковина грубого корму, маючи низьку поживну цінність, в одному із відділів складного шлунку жуйних тварин — рубці виконує функцію поверхні, на якій найбільш виражено проявляють свою активність целюлозолітичні, ліполітичні, протеолітичні та амілолітичні мікроорганізми [Fisher, 2018]. В результаті бродильних процесів у рубці жуйних тварин у середньому за добу утворюється до 4,5 кг летких жирних кислот [Naugen, 2017]. Останні використовуються мікроорганізмами рубця для синтезу насичених і мононенасичених високомолекулярних жирних кислот [Алиев, 1992]. Крім того, леткі жирні кислоти є попередниками ВЖК (високомолекулярних жирних кислот) тканин організму жуйної тварини, в тому числі жирової [Курилов, 1991].

Метою досліджень було встановити відносну концентрацію окремих ВЖК загальних ліпідів у білянирковому жиру бугайців за згодовування молодого трави, комбікорму та різних форм клітковиниовмісного корму.

Згідно зі схемою дослідження, було сформовано три групи бугайців по 5 тварин у кожній, аналогів за походженням, віком та живою масою. За умов прив'язного утримання тварини контрольної групи протягом травня-липня отримували основний раціон (ОР), який містив комбікорм (2,5 кг) і зелену масу злаково-бобового пасовища (35 кг). Тваринам I і II дослідних груп додатково до основного раціону згодовували 1 кг подрібненої соломи озимію пшениці. Причому тваринам I та II дослідних груп згодовували солом'яну різку з величиною частинок відповідно 0,2–2,0 і 3,0–5,0 см. Наприкінці дослідження провели забій бугайців. Для лабораторних досліджень взяли зразки внутрішнього (біляниркового) жиру, в якому визначали відносну концентрацію ВЖК загальних ліпідів газохроматографічним методом [Рівіс зі співр., 2019]. Отримані результати досліджень опрацювали за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft Excel*.

В ході виконання досліджень було встановлено, що обмінні процеси, які проходили у травному каналі бугайців за згодовування різних форм клітковиниовмісного корму, відобразилися на жирнокислотному складі їх біляниркового жиру. Зокрема, у білянирковому жиру бугайців I дослідної групи, порівняно з контролем, зменшився відносний вміст насичених ВЖК загальних ліпідів — 40,02 проти 43,80%, але зріс вміст ненасичених — 59,98 проти 56,20%. У результаті зросла ненасиченість ВЖК загальних ліпідів біляниркового жиру. На це вказує індекс насиченості ліпідів (ІНЛ), який становив 0,67 проти 0,78 у контролі.

Відносний вміст насичених ВЖК загальних ліпідів у білянирковому жиру бугайців I дослідної групи, порівняно з контролем, зменшився переважно за рахунок кислот з парною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу — 39,85 проти 43,63%. Відносна кількість ненасичених ВЖК загальних ліпідів у їх білянирковому жиру збільшилась як за рахунок мононенасичених (45,91 та 44,90%), так і поліненасичених (14,07 і 11,30%) жирних кислот.

У жирнокислотному складі біляниркового жиру бугайців II дослідної групи, порівняно з контролем, значно зменшилась відносна кількість ненасичених ВЖК загальних ліпідів — 53,76 проти 56,20%, але збільшилась кількість насичених — 46,24 проти 43,80%. У результаті зменшилась ненасиченість ВЖК загальних ліпідів біляниркового жиру. На це вказує ІНЛ, який становив 0,86 проти 0,78 у контролі.

Такі зміни жирнокислотного складу біляниркового жиру бугайців I дослідної групи, очевидно, пов'язані з величиною частинок клітковиниовмісного корму, який їм згодовували, — 0,2–2,0 см. Частинки корму величиною до 3 см не затримуються у передшлунках і перетравлюються здебільшого в товстому відділі кишечника, що має вплив на жирнокислотний склад різних тканин тіла. Частинки корму з величиною понад 3 см затримуються у рубці протягом тривалішого часу і зазнають більшого впливу мікроорганізмів.

Таким чином, за наявності у раціоні бугайців поряд з молодого травою та комбікормом різних форм клітковиниовмісного корму змінюється жирнокислотний склад тканин їхнього організму, зокрема біляниркового жиру. Це може вказувати на те, що різні форми клітковиниовмісного корму впливають на різні ланки обмінних процесів в організмі жуйних тварин, починаючи від травного каналу і закінчуючи тканинами. Крім того, обмінні процеси в організмі жуйних тварин і жирнокислотний склад їх тканин залежать від форми згодовуваного їм клітковиниовмісного корму.

Ключові слова: рубець, жирні кислоти, бугайці, білянирковий жир, клітковиниовмісний корм

Дослідження видового складу фауни Білгород-Дністровського району

Д. Шелінговський, О. Дерик

shelingovskijdima@gmail.com

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Робота є доволі актуальною, адже в наш час через антропогенну діяльність зникає велика кількість видового біорізноманіття — як окремих міст, так і усього світу.

У науковій роботі проведено аналіз видового складу тварин Білгород-Дністровського р-ну.

Фауна Одеської області різноманітна і представлена 1500 видами безхребетних та понад 400 видами хребетних тварин. Серед лісової фауни найчисельнішими є зайці-русаки, а степової — хом'як, ховрашок, тушканчик. Мешкають також, косулі, дикі кабани і кози, лисиці, борсуки, куниці, видри, єнотоподібні собаки та багато видів лісових птахів. На незамерзаючих ділянках Південного Бугу зимують лебеді, дикі гуси та качки, озерна крячка.

Найчисельнішою та найважливішою як в природоохоронному, так і екологічному плані групою хребетних тварин області є птахи. Зареєстровано понад 320 видів птахів.

Тому в Білгород-Дністровському районі чисельність видів тварин не менша, ніж в області.

Дослідження проводили на різноманітних локаціях, щоб виявити якомога більше видів. Види локацій спостереження: м. Білгород-Дністровський, села поблизу міста, лісосмуги, лісові насадження, ерики, водно-болотні угіддя, узбережжя Дністровського, Будацького лиману та лиману Шаболат.

Завдяки географічному положенню та кліматичним умовам Одеська область відрізняється різноманітним тваринним світом: іхтіо- та орнітофауною, мисливськими та іншими видами тварин. З видів дикої фауни Одещини занесені до Червоної Книги України та Червоного Європейського Списку: з ссавців — афаліна чорноморська, білобочка чорноморська, азовка, тюлень-монах, вечірниця велетенська, сліпак білозубий, кріт гігантський та інші, з птахів — пелікан рожевий та кучерявий, чорний лелека, гоголь, орел-могильник, лунь польовий та степовий, шпак рожевий та інші.

Дослідження проводять щорічно, як на старих локаціях так і на нових. Деякі види орнітофауни з'явилися на записаний звук їхніх побратимів — перепілка, чиж, щиглик, коноплянка. В плавнях с. Випасне значно підвищилася популяція шакала звичайного (*Canis aureus*). Зграя нараховує приблизно 10–13 особин, виявлених завдяки їхньому нічному виттю.

Окрім шакала, підвищилася чисельність іншого хижака. Хоч лисиця в природі є конкурентом шакалу, але її популяція зростає. А ось куниць, навпаки, стало менше — як у сільській місцевості, так і в дикій природі.

Інтенсивно збільшується чисельність кільчатої горлиці та припутня, майже кожне п'яте дерево на території с. Південне в лісових насадженнях має їхні гнізда. А ось співочих птахів (чиж, щиглик, зеленяк, коноплянка) стало помітно менше порівняно з минулими роками. Причина цього — зменшення кормової бази та місць проживання.

Також зменшилася популяція зайця-русака через обробку польових територій отруйними речовинами. Через систематичне спалювання очерету зменшуються місця гніздування водоплавних птахів, деякі види починають взагалі зникати. В ериках перестав існувати білий амур, натомість збільшилася кількість карася. Через зникнення білого амура водойми почали заростати очеретяною рослинністю.

Серед земноводних найчисельнішими є озерна та їстівна жаби, звичайна квакша та дунайський тритон, а серед плазунів — болотна черепаха, звичайний вуж, прудка ящірка.

Під час практичної частини роботи було проаналізовано матеріали місцевих біологів та орнітологів. Через щорічну зміну клімату перелітні птахи відвідують нашу місцевість в різний час, перельоти деяких птахів збільшуються на один місяць.

За останні роки значно зросла чисельність кліщів, що максимально негативно відзначається як на диких тваринах, так і на домашніх.

В 2022 р. на території Білгород-Дністровського р-ну було зафіксовано червонокнижну коровайку (блискучого ібіса).

В роботі було проведено аудит місцевого населення стосовно обізнаності фауни цього краю, за результатами майже 65% знають більшість видів тварин, які характерні для Білгород-Дністровського р-ну. Дані зі спостережень було внесено в таблицю для подальших наукових досліджень.

Екологічні проблеми північно-західної частини Чорного моря

Д. В. Шелінговський, О. В. Дерик

olga.deryk@gmail.com

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

У публікації взято до уваги екологічний стан Чорного моря, а саме його північно-західної частини. Проведено моніторинг проблем та способи їх вирішення, основні фактори забруднення, вплив на біорізноманіття та якість морської води, проблеми використання мінеральних ресурсів та забудовування берегової лінії, визначено найпридатніші для рекреації ділянки, які є екологічно безпечними для відпочинку.

Тема роботи є доволі актуальною, адже ми живемо в час інтенсивної антропогенної діяльності на навколишнє середовище, а наслідки цієї діяльності, в свою чергу, згубно впливають на здоров'я та самопочуття громадян. Тому проблеми, порушені в цій роботі, потребують негайного вирішення.

На сьогодні Чорне море зазнає різного роду антропогенного навантаження, від засмічення, цвітіння води, до скидів неочищених стічних вод. Це максимально негативно впливає як на загальний стан морської екосистеми, так і на здоров'я місцевого населення. Саме тому збереження Чорного моря потребує комплексу заходів від систематичного наукового дослідження, підвищення обізнаності громадськості стосовно сучасних проблеми морського середовища.

Чорне море — притулок мільйонів живих біологічних організмів. Воно є джерелом великої кількості культурних та історичних скарбів. Дивовижний екологічний баланс Чорного моря був суттєво порушений внаслідок постійного зростання потреб держав, які займаються збором наявних у морі корисних елементів, а також внаслідок методів морського промислу, якими ці країни користуються.

Територіальні водні ресурси України в Чорному морі займають 24850 кв. км, шельф становить близько 57% його загальної площі. На території України розташовані 14 основних лиманів і естуаріїв загальною площею 1952 км², 8 заток площею 1770 км², 19 приморських водно-болотних угідь загальною площею 635 тис. га.

Чорне море з басейном понад 2 млн. км² майже ізольоване від Світового океану і його незадовільний екологічний стан зумовлений значним перевищенням обсягу надходження речовин-забруднювачів над асиміляційною здатністю морських екосистем. А це, у свою чергу, призвело до бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, значного забруднення (в тому числі мікробіологічного) морських вод, втрати біологічних видів, скорочення обсягу рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, виникнення загрози здоров'ю суспільства.

Зараз найбільш важливими та актуальними для Чорного моря є 5 проблем: зниження біологічного різноманіття, зменшення запасів промислових видів риб та неконтрольований вилов риби, руйнування берегів, забруднення морського середовища, вплив морського транспорту. На території смт Затока розташоване з'єднання Дністровського лиману з Чорним морем, де є так зване Дністровсько-Цареградське гирло, яке відіграє величезну роль в житті Чорного моря. Але, на жаль, і в такого чарівного місця є безліч екологічних проблем; саме через такі проблеми і зменшується популяція морських та прісноводних риб, з кожним роком дедалі більше розвиваються ціанобактерії, які не дають водним мешканцям доступу до повітря.

Ми провели оглядовий аудит якості стану води в Чорному морі та оглядовий аудит місцевої іхтіофауни, визначили основні прибережні види рослинного та тваринного світів, створили власне соціальне опитування місцевого населення на обізнаність ними екологічних проблем і мешканців підводного світу.

Способи вирішення проблем: встановлення задовільної кількості очисних споруд, контрольований вилов риби та інших морських жителів, абсолютний контроль та заборона скидів до водойми, ліквідація сміттєзвалищ на узбережжі, підтримка з боку місцевої влади, державних інституцій та громадських організацій, важливим є контролювати фізичне забруднення води (пісок, пил, мул, глина, наслідки ерозії), щомісячний, або частіший, контроль якості води у водоймі, залучення активної учнівської молоді для моніторингу та акцій, створення сучасної та інтерактивної системи моніторингу Чорного моря, створення інформаційної бази моря для онлайн-інформування та внесення коректив, збереження та відтворення природних ландшафтів, контроль браконьєрства, рибальства та мисливства державними інспекціями (особливо в період розмноження фауни), мінімізація антропогенного впливу на водойму, систематичні акції прибирання узбережжя, постійний моніторинг флори та фауни, регулярні просвітницькі заходи для формування екологічної свідомості місцевого населення.

Ключові слова: екологічний стан, біорізноманіття, хімічне забруднення, північно-західна частина Чорного моря

Оцінка технологічних параметрів виробництва продукції птахівництва

Альона Шуляр, Аліна Шуляр, С. Омелькович
alyonashulyar7@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Птахівничий кластер агробізнесу нашої держави має низку суттєвих переваг, оскільки його мета — не лише задоволення потреб населення у дійсно високоякісних та енергетично цінних харчових продуктах, а й також роль «привабливого» та активного інструмента для залучення інвестицій у цей сектор, тому він є каталізатором економічного зростання агропромислового комплексу загалом. Моніторинг технологічних параметрів виробництва продукції птахівництва та продуктивних ознак птиці в умовах конкретного підприємства є наразі актуальним, враховуючи динамічність розвитку галузі птахівництва та її беззаперечну роль у забезпеченні продовольчої безпеки України.

Матеріалом досліджень слугувала інформація про технологічні елементи виробництва харчових яєць та продуктивне використання гібридної птиці кросу «Ломанн Класік» в умовах птахоферми «Маяк» ТОВ «Комплекс Агромарс» Житомирської обл. Елементи технології та продуктивність птиці вивчали за загальноприйнятими методами. Цифровий матеріал було опрацьовано методами варіаційної статистики.

Розрахунки технологічних параметрів виробництва харчових яєць у цьому господарстві проведено з урахуванням, що місткість одного пташника для утримання курей-несучок становить 25000 голів і до закінчення періоду продуктивного використання все наявне поголів'я птиці вибраковують у такій же кількості.

Враховуючи середню несучість гібридної птиці на цьому підприємстві (351 шт. яєць/голову), всього за місяць з одного пташника буде отримано 7648 тис. яєць, з яких реалізовано 5903 тис. шт. Для того, щоб «заселити» пташник необхідною кількістю птиці, потрібно мати відповідну кількість молодняку для цих цілей, а саме 66950 голів. Спланувавши річний рух поголів'я несучок і склавши технологічний графік комплектування, отримуємо середньорічне поголів'я птиці у кількості 54354 гол. При цьому надходження яєць з пташників становитиме 16285 тис. шт.

Протягом всього продуктивного періоду використання птиці її вибраковують з 1-го по 13-й місяць несучості у кількості 1–3,5% щомісяця, доводячи цей показник на 14-й місяць несучості до 74,5%, тобто кількість вибракованої птиці загалом досягає 100% на завершення періоду її продуктивного використання. При цьому загальне поголів'я вибракованої птиці становить 50500 голів.

Зрозуміло, що м'ясо птиці у виробництві харчових яєць є побічним видом продукції від несучок і його отримують лише від забою вибракованого поголів'я. Наші розрахунки показують, що з урахуванням заданих параметрів загальна кількість м'яса за рік становитиме 95 тонн.

Для забезпечення високого рівня продуктивності птиці та повної реалізації генетичного потенціалу її необхідно забезпечити належною кількістю кормів та водою високої якості. Для наявного молодняку потрібно забезпечити корм у кількості близько 707 т, загальна річна кількість кормів для годівлі курей промислового стада — 2311 т, а загальні потреби у воді — 11081 м³.

Ще одним побічним видом продукції при виробництві харчових яєць, окрім м'яса, є послід. Враховуючи наявне поголів'я птиці у одному пташнику, кількість посліду за увесь період становитиме 6912 т.

Щодо економічної ефективності виробництва харчових яєць, то при отриманих витратах на продукцію 9044 тис. грн. продукції буде реалізовано на 9755 тис. грн., а прибуток складе 711 тис. грн., рівень рентабельності — 8%.

Аналіз продуктивності несучок кросу «Ломанн Класік» свідчить, що з віком у гібридних курей несучість збільшувалась. Так, у 72 тижні цей показник складав 313,3 яєць, тоді як у 80 тижнів — 351,6. Також з віком дещо підвищувалась маса яєць — відповідно, з 61,8 г до 63,2 г. Тобто спостерігалася тенденція до збільшення кількості яєчної маси, натомість збереженість несучок кросу «Ломанн Класік» характеризувалась деяким зниженням — з 96,3% до 94,6%. Птиця цього кросу мала такі забійні ознаки у середньому для стада, г: передзабійна маса — 1850, маса непатраної тушки — 1731, напівпатраної — 1604, патраної — 1466.

Отже, для економічно вигідного виробництва харчових яєць необхідно враховувати отримані результати розрахунків технологічних параметрів виробництва продукції птахівництва за наявної місткості пташника, продуктивності птиці, потреб у кормах і воді, виходу побічної продукції. Використання для виробництва харчових яєць курей кросу «Ломанн Класік» є економічно виправданим.

Ключові слова: птахівництво, технологія, несучка, крос, продуктивність

Некрофагія у стрічкарки тополевої (*Limenitis populi* L., 1758) в Національному природному парку «Черемоський»

Д. Юзик

muscicapa@ukr.net

Національний природний парк «Черемоський», смт Путила, Чернівецька обл., Україна

Стрічкарка тополева — це доволі великий, нечисельний, місцями рідкісний вид денних метеликів з родини сонцевиків (*Nymphalidae*). Вид перебуває під охороною Червоної книги України (категорія II, вразливий вид) — занесений до оновленого переліку червонокнижних видів тварин відповідно до Наказу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 19.01.2021 р. №29 «Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ)». Він також входить до природоохоронних міжнародних переліків (Європейський червоний список, Червоний список Міжнародного союзу охорони природи — категорія LC, в найменшій загрозі) та до Регіонального «червоного» списку Сумської обл. Дає одне покоління на рік. Характерною для виду є доволі виражена індивідуальна мінливість. Зустрічається переважно у лісовому поясі Євразії. В Україні основні популяції мешкають в зоні мішаних лісів Правобережжя, в Карпатах і Закарпатті, місцями у Лісостепу та лісах степової зони [Некрутенко, Чиколовець, 2005; Червона книга України..., 2009]. В горах піднімається на висоту 200–1500 м над рівнем моря [Tolman and Lewington, 2008].

Донедавна про трапляння стрічкарки тополевої (*Limenitis populi* L., 1758) на території Національного природного парку «Черемоський» (далі — Парк), розташованого у Вишницькому р-ні Чернівецької обл., було відомо із літературних джерел [Червона книга Українських Карпат..., 2011]. Влітку 2021 р. ми вперше підтвердили знахідки цього виду в межах Парку.

Дослідження проводили у липні 2021 р. на ділянках вздовж ґрунтової дороги попри гірську річку Перкалаб в межах Перкалабського природоохоронного науково-дослідного відділення. Використовували візуальні методи досліджень шляхом маршрутних пішохідних екскурсій. Протяжність маршруту — 2,5 км.

Відомо, що представники цього виду ведуть переважно прихований спосіб життя і спускаються з крон дерев до землі лише у пошуках води та органічних залишків, які розкладаються, — гнилих плодів, трупів дрібних тварин, екскрементів великих тварин [Львовский, Моргун, 2007; Tolman and Lewington, 2008; Gorbunov and Kosterin, 2003; Горбач, Сааринен, Резниченко, 2009]. Таким чином, разом з вологою вони компенсують дефіцит азоту, солей та мікроелементів [Beck, Mühlenberg and Fiedler, 1999; Smart, 1981]. Також помічено, що самці, на відміну від самок, спускаються до землі значно частіше. Зокрема, було виявлено 2 ♂ номінативного підвиду *Limenitis populi populi* та 1 ♂ форми *tremulae* (характеризується сильно редукованими або повністю відсутніми білими смужками на верхньому боці крил), які живились соками мертвої особини безхвостого земноводного — імовірно, жаби трав'яної (*Rana temporaria* L., 1758).

Таким чином, стрічкарки тополевій, крім звичного для неї живлення рослинним кормом (листя тополі (*Populus* sp.), осики (*Populus tremula* L., 1753), нектаром великих селерових рослин (*Apiaceae*), горобиннику (*Sorbaria* sp.), таволги (*Spiraea* sp.)), притаманна також некрофагія, зокрема у сонячні та посушливі дні.

На чисельність популяції стрічкарки тополевої можуть впливати як природні фактори (погодні умови, паразитизм, хижацтво та хвороби), так і інтенсивність руху транспорту на дорогах, які проходять через місця мешкання цих метеликів. Тому рекомендуємо у місцях зустрічі стрічкарки тополевої за можливості обмежувати рекреаційне навантаження та рух транспорту у період їх льоту (травень–серпень), а також створювати ентомологічні заказники задля збереження чисельності виду.

Ключові слова: стрічкарка тополева, некрофагія, некрофаги, *Limenitis populi*, метелики

Аналіз можливих математичних підходів до оптимізації мікробного синтезу екзополісахаридів та біосурфактантів

Є. Б. Январьов, В. В. Гавриляк

yehor.b.yanvarov@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Біосурфактанти — поверхнево активні речовини, які отримують мікробним синтезом. Це типові амфіфільні сполуки, які знижують поверхневий та міжфазний натяг рідин і мають такі ж фізико-хімічні властивості, як і синтетичні сурфактанти. Відповідно до класифікації [Розенберг Е., 1999], усі біосурфактанти поділяють на низько- та високомолекулярні. До низькомолекулярних належать гліколіпіди, зокрема, трегалозоліпіди, софороліпіди та рамноліпіди, а також деякі ліпопептиди, а до високомолекулярних мікробних поверхнево активних речовин — полісахариди, протеїни, ліпополісахариди, ліпопротеїни або комплекси цих сполук. На сьогодні найбільше використання серед біосурфактантів характерне для рамноліпідів, синтезованих представниками роду *Pseudomonas*. Мікробні екзополісахариди — це високомолекулярні продукти метаболізму мікроорганізмів. Як біосурфактанти, так і мікробні екзополісахариди є об'єктами інтенсивних досліджень. Завдяки здатності до гелеутворення, емульгування, зміни реологічних характеристик водних систем ці біополімери знайшли широке застосування у нафто- і гірничодобувній, текстильній, харчовій, фармацевтичній, хімічній промисловості, сільському господарстві і медицині. З іншого боку, враховуючи низьку токсичність та біодеградабельність порівняно з синтетичними сурфактантами, використання мікробних біосурфактантів та екзополісахаридів є екологічно безпечним. Тому актуальною біотехнологічною проблемою є підвищення ефективності біосинтезу цих метаболітів передусім через визначення оптимальних умов культивування їх продуцентів. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати сучасні математичні методи, які дають можливість запропонувати оптимальні умови культивування мікроорганізмів, оскільки математичне моделювання дає можливість з економією часу вивчити біопроцес, знайти найвпливовіші параметри та їхню взаємодію для максимального виходу біоПАР.

Мета роботи полягала в аналізі можливих математичних підходів до оптимізації синтезу мікроорганізмами — продуцентами біосурфактантів та екзополісахаридів.

Відомо, що утворення більшості мікробних продуктів є складним нелінійним процесом. Поряд з іншими змінними процесу — такими, як тривалість культивування, аерація, рН середовища та ін., компоненти середовища відіграють провідну роль у контролі продуктивності. Тому у процесі ферментації оптимізація середовища є простим, але ефективним методом для досягнення високої ефективності виходу цільових продуктів. Аналіз наявних літературних даних свідчить, що для того, щоб передбачити «оптимум» для оптимізації середовища ферментації, зазвичай використовують два альтернативні підходи — методи на основі штучного інтелекту або на основі статистичних даних.

Одним з найпростіших рішень для розв'язання проблеми може бути регресійний аналіз, який дає змогу передбачити значення цільової змінної від значень незалежних змінних, якими можуть бути, наприклад, концентрації джерел карбону та нітрогену, вміст солей та ін., а цільовими змінними — вміст біомаси чи концентрація екзополісахаридів. Отримані регресійні залежності між цільовими продуктами і концентрацією складових поживного середовища дають змогу оцінити вплив сукупності факторів на кожен з продуктів біосинтезу, що становить інтерес для дослідника. Окрім того, регресійний аналіз можна поєднувати з дисперсійним.

Отже, математичне моделювання дає змогу оптимізувати процеси ферментації з метою максимального виходу біополімерів, зокрема біогенних поверхнево активних речовин. Найпростішим підходом є використання регресійного та дисперсійного аналізів, з допомогою яких можна визначити оптимальні параметри культивування і таким чином мінімізувати фінансові затрати на виробництво біопродукції.

Ключові слова: біосурфактанти, екзополісахариди, оптимізація середовища, регресійний аналіз

Знати хоче багато хто. Здобувати знання — не всі!

ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН НААН ОГОЛОШУЄ НАБІР В АСПІРАНТУРУ

за спеціальностями:



091 «БІОЛОГІЯ»

спеціалізації: «біохімія», «фізіологія людини і тварин»

211 «ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА»

спеціалізації: «біохімія», «фізіологія людини і тварин»

204 «ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА»

спеціалізації: «біохімія», «фізіологія людини і тварин»

Термін подання документів з 01.07. до 31.08.2022 р.

Довідки за тел.: (+38 032) 270-25-04, (+38 097) 831-83-30 (вчений секретар).

e-mail: inenbiol@mail.lviv.ua

www.inenbiol.com

КОНКУРС НА ЗДОБУТТЯ ПРЕМІЇ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО,



яку присуджує Інститут біології тварин НААН
провідним вченим за високі досягнення
у вирішенні актуальних проблем аграрної науки,
згідно з рішенням Вченої ради ІБТ НААН
від 12.05.2022 р. (протокол №4),

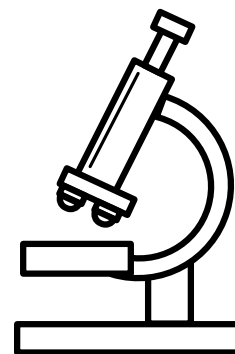
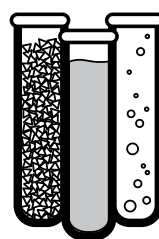
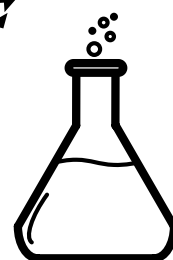
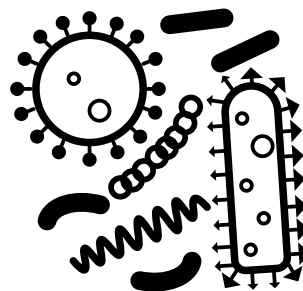
у 2022 році відбуватися не буде.

Про відновлення конкурсу буде оголошено
після припинення воєнних дій в Україні.



ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН НААН ПРОВОДИТЬ:

- Дослідження біохімічних показників
(аналізатор *Humalyzer 2000*, Німеччина)
- Гематологічний аналіз
(аналізатор *Mythic-18Vet*, Швейцарія)
- Мікробіологічні дослідження
(посів на стерильність, антибіотикограма,
склад мікрофлори кишечника тварин,
мікробіологічний аналіз кормів, води, повітря)
- Імуноферментні дослідження
(аналізатор *Stat Fax 3000*, Німеччина)
- Оцінка репродуктивної здатності тварин,
штучне осіменіння, трансплантація ембріонів
- Селекційно-генетичні дослідження
- Дослідження кормів
- Дослідження молока
- Дослідження яєць
- Визначення показників якості меду
- Дослідження вовни і волосся
- Атомно-абсорбційний і атомно-емісійний аналіз
концентрації хімічних елементів
- Аналіз органічних добрив



Організовує проведення досліджень на лабораторних тваринах
і надає кваліфіковану інтерпретацію отриманих результатів.

* можливе проведення інших досліджень

** всі лабораторії інституту акредитовані для проведення досліджень

Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса 38, м. Львів, 79034
тел.: +38 (032) 270-23-89, +38 (96) 858-37-76
e-mail: markinfo@inenbiol.com.ua

Завжди раді співпраці з Вами!