

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Збірник наукових праць

**Виходить 2 рази на рік
Заснований 03.2009 року**

№1 (147) 2019

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 9 від 24.05.2019 р.)

Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» є фаховим виданням із сільськогосподарських наук (постанова Президії ВАК України від 06.11.2014 р. № 1279) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз *Google Scholar*, *Crossref*, РІНЦ.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т. М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Заступник головного редактора – **Пірова Л. В.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Аріас Р., д-р філософії, доц., Університет Аустрал де Чилі, Валдивія, Чилі
Білл М., д-р філософії, проф., Державний університет штату Айова, «Дюпон Піонер», Айова, США
Бігюцький В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Бомко В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Гассемі Нейжад Ж., д-р філософії, доц., Коледж тваринництва та технологій, Університет Конкук, Сеул, Республіка Корея
Кацаньова М., д-р філософії, проф., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія
Луценко М.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Мачюк В., д-р філософії, проф., Університет аграрних наук та ветеринарної медицини, Яси, Румунія
Мельниченко О.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Мерзлов С.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Мохаммадабаді М.Р., д-р філософії, проф., Шахід Бахонар Університет міста Керман, Керман, Іран
Ніколова Л., д-р філософії, доц., Інститут біології та імунології відтворення, Софія, Болгарія
Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія
Розпутний О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Соболев О.І., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна
Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor in chief – **Dyman T.M.**, D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Deputy Editor in chief – **Pirova L.V.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Arias R.A., PhD, Ass. Prof., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
Bill M., PhD, Prof., Iowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA
Bitiutskyi V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Bomko V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Ghassemi Nejad J., PhD, Ass. Prof., College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea

Kacaniova M., PhD, Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia
Lutsenko M.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Maciuc V., PhD, Prof., University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iasi, Romania
Melnychenko O.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Merzlov S.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Mohammadabadi M.R., PhD, Prof., Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Institute of Biology and Immunology of Reproduction, Sofia, Bulgaria
Popova T., PhD, Prof., Institute of Animal Science, Kostinbrod, Bulgaria
Rozputnii O.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Sharan M.M., D. Sc., Prof., Animals Biology Institute, Lviv, Ukraine
Shurchkova Yu.O., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Sobolev O.I., D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Stavetska R.V., D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Редакционная коллегия:

Главный редактор – **Дымань Т.Н.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
 Заместитель главного редактора – **Пирова Л.В.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Члены редакционной коллегии:

Ариас Р., д-р философии, доц., Университет Аустрал де Чили, Валдивия, Чили
Билл М., д-р философии, проф., Государственный университет штата Айова, «Дюпон Пионер», Айова, США
Битюцкий В.С., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Бомко В.С., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Гассеми Нейжад Ж., д-р философии, доц., Колледж животноводства и технологий, Университет Конкук, Сеул, Республика Корея
Капанева М., д-р философии, проф., Словацкий аграрный университет, Нитра, Словакия
Луценко Н.Н., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мачюк В., д-р философии, проф., Университет аграрных наук и ветеринарной медицины, Ясы, Румыния
Мельниченко А.Н., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мерзлов С.В., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Мохаммадабади М.Р., д-р философии, проф., Шахид Бахонар Университет города Керман, Керман, Иран
Николова Л., д-р философии, доц., Институт биологии и иммунологии воспроизводства, София, Болгария
Попова Т., д-р философии, проф., Институт животноводства, Костинброд, Болгария
Распутний А.И., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Соболев А.И., д-р с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Ставецкая Р.В., д-р с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Цехмистренко С.И., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Шаран Н.Н., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Шурчкова Ю.А., д-р техн. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел.:+38(0456)33-11-01, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І
ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

Решетніченко О.П., Крюков В.С., Антоненко П.П., Тарасенко Л.А., Глебова І.В., Зінов'єв С.В., Півень О.Т., Антіпов А.А., Милостивий Р.В. Антипоживна дія фітатів – екстрафосфорний ефект фітази	6
Ставецька Р.В., Динько Ю.П., Буштрук М.В., Старостенко І.С., Бабенко О.І., Клопенко Н.І. Лінійна класифікація екстер'єрного типу первісток української чорно-рябої молочної породи залежно від типу конституції.....	24
Fedorchenko M.M., Bondarenko L.V. Influence of vitamin-mineral supplement on growth intensity and slaughter indicators of rabbits	35
Борщ О.О., Борщ О.В., Косіор Л.Т., Пірова Л.В., Ластовська І.О. Порівняльний аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності білків молока чистопородних корів та їх помісей	43
Редька А.І., Бомко В.С., Сломчинський М.М., Чернявський О.О. Забійні показники курчат-бройлерів за згодовування комбікормів із сульфатом і змішанолігандним комплексом Цинку	50
Козинець А.І., Голушко О.Г., Козинець Т.Г., Надаринська М.А. Продуктивність корів за використання наночастинок мікроелементів у раціоні	57
Приловська Є.І. Оптимізація складу заміників незбираного молока у раціонах молодняку великої рогатої худоби	64
Радчиков В.Ф., Цай В. П., Бесараб Г.В., Пилюк С.Н., Сергуч С.В., Сучкова І.В., Куртина В.Н. БВМД на основі зерна люпину і амідо-концентратних добавок у годівлі молодняку великої рогатої худоби	74
Разумовський Н.П., Богданович Д.М. Оптимізація вмісту протеїну в раціоні племінних бичків	84
Верес А.А., Кривий М.М. Динаміка живої маси та екстер'єрні показники ремонтних телиць джерсейської породи за згодовування сухої пивної дробини	95
Каркач П.М., Образцова Ю.Л. Вплив температурного стресу на продуктивність курчат-бройлерів	103
Кузьменко П.І., Фесенко В.Ф., Бількевич В.В., Каркач П.М., Машкін Ю.О. Продуктивність свиней за згодовування поліакриламідів та мінерально-вітамінних добавок	111
Вовкогон А.Г., Надточій В.М., Калініна Г.П., Гребельник О.П., Федорук Н.М., Загоруй Л.П., Галай О.Ю., Качан А.Д. Вплив доїльних установок різних типів на якість та безпечність сирого молока	118

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

Вовкогон А.Г., Мерзлов С.В., Непочатенко А.В., Мерзлова Г.В. Термін сквашування молока залежно від дози іммобілізованих заквасок йогурту	126
Мерзлов С.В., Безпалый І.Ф., Король-Безпала Л.П. Встановлення оптимальних біотехнологічних умов розведення і розвитку личинок <i>Chironomus</i>	135

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND
PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

Reshetnichenko O., Kryukov V., Antonenko P., Tarasenko L., Glebova I., Zinoviev S., Piven O., Antipov A., Mylostyvyi R. Anti-nutritional effect of phytates – extraphosphoric effect of phytase	6
Stavetska R., Dynko Yu., Bushtruk M., Starostenko I., Babenko O., Klopenko N. Linear type trait evaluation of firstborns of Ukrainian Black-and-White Dairy breed depending on the body build	24
Fedorchenko M., Bondarenko L. Influence of vitamin-mineral supplement on growth intensity and slaughter indicators of rabbits	35
Borshch O., Borshch O., Kosior L., Pirova L., Lastovska I. Comparative analysis of milk amino acid composition and protein biological value in purebred cows and their crossbreds	43
Redka A., Bomko V., Slomchynskyi M. The feeding of the broiler chickens on fodder with sulphate and Zink mixed ligand complex and their slaughter characteristics	50
Kozinets A., Golushko O., Kozinets N., Nadarinskaya M. Effect of micronutrient nanoparticles application on cows` performance	57

Prilovskaya E.I. Optimization of whole milk replacers composition in calves` feeding	64
Radchicov V.F., Tzai V.P., Besarab G.V., Piluk S.N., Serguchev S.V., Suchkova I.V., Kurtina V.N. PVMS based on the lupine grain and amido-concentrative additives for young cattle feeding	74
Razumovski N., Bogdanovich D. The Improvement of protein diet standards for breeding bulls	84
Veres A., Kryvyi M. Live weight dynamics and exterior indexes of jersey breed fed on dry brewers waste	95
Karkach H., Obratsova Yu. The effect of thermal stress on the productivity of broiler chicken.....	103
Kuzmenko P., Fesenko V., Bilkevich V., Karkach P., Mashkin Yu. Productivity of swine fed on poliacrylamide, mineral and vitamin additives	111
Vovkohon A., Nadtochii V., Kalinina H., Hrebelnyk O., Fedoruk N., Zagoruy L., Halai O., Kachan A. The influence of different types of milking units on milk quality and safety.....	118

BIOTECHNOLOGY AND BIOS ENGINEERING

Vovkogon A.G., Merzlov S.V., Nepochatenko A.V., Merzlova G.V. Fixing the time of the milk ripening depending on the content of immobilized johourt ferment	126
Merzlov S., Bezpalii I., Korol-Bezpalia L. Determination of favourable biotechnological conditions for <i>Chironomus</i> larva cultivation and development	135

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Решетниченко А.П., Крюков В.С., Антоненко П.П., Тарасенко Л.А., Глебова И.В., Зиновьев С.В., Пивень О.Т., Антипов А.А., Милостивый Р.В. Антипитательное действие фитатов – экстрафосфорный эффект фитазы.....	6
Ставецкая Р.В., Дынько Ю.П., Буштрук М.В., Старостенко И.С., Бабенко Е.И., Клопенко Н.И. Линейная классификация экстерьерного типа первотелок украинской черно-пестрой молочной породы в зависимости от типа конституции	24
Федорченко М.Н., Бондаренко Л.В. Влияние витаминно-минеральной добавки на интенсивность роста и убойные показатели кроликов	35
Борщ А.А., Борщ А.В., Косиор Л.Т., Пирова Л.В., Ластовская И.А. Сравнительный анализ аминокислотного состава и биологической ценности белков молока чистопородных коров и их помесей.	43
Редька А.И., Бомко В.С., Сломчинский М.Н. Убойные показатели цыплят-бройлеров при скормливании комбикормов с сульфатом и смешаннолигандным комплексом Цинка.....	50
Козинец А.И., Голушко О.Г., Козинец Т.Г., Надаринская М.А. Продуктивность коров при использовании наночастиц микроэлементов в рационах	57
Приловская Е.И. Оптимизация состава заменителей цельного молока в рационах молодняка крупного рогатого скота	64
Радчиков В. Ф., Цай В. П., Бесараб Г. В., Пилюк С. Н., Сергуч С. В., Сучкова И.В., Куртина В.Н. БВМД на основе зерна люпина и амидо-концентратных добавок в кормлении молодняка крупного рогатого скота.....	74
Разумовский Н.П., Богданович Д.М. Оптимизация содержания протеина в рационах племенных бычков	84
Верес А., Кривий М. Динамика живой массы и экстерьерные показатели ремонтных телок джерсейской породы при скормливании сухой пивной дробины.....	95
Каркач П.М., Образцова Ю.Л. Влияние температурного стресса на производительность цыплят-бройлеров	103
Кузьменко П. И., Фесенко В. Ф., Билькевич В. В., Каркач П. М., Машкин Ю.О. Продуктивность свиней при скормливании полиакриламида и минерально-витаминных добавок.....	111
Вовкогон А.Г., Надточий В.Н., Калинина Г.П., Гребельник О.П., Федорук Н.Н., Загоруй Л.П., Галай О.Ю., Качан А.Д. Влияние доильных установок различных типов на качество и безопасность сырого молока	118

БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОИНЖЕНЕРИЯ

Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В., Непочатенко А. В., Мерзлова Г. В. Установка времени сквашивания молока в зависимости от содержания иммобилизованных заквасок йогурта	126
Мерзлов С.В., Безпалый И.Ф., Король-Безпала Л.П. Определение оптимальных биотехнологических условий разведения и развития личинок <i>Chironomus</i>	135

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

УДК 636.087.8

¹РЕШЕТНІЧЕНКО О.П.

²КРЮКОВ В.С.

³АНТОНЕНКО П.П.

¹ТАРАСЕНКО Л.А.

⁴ГЛЕБОВА І.В.

⁵ЗІНОВ'ЄВ С.В.

¹ПІВЕНЬ О.Т.

⁴АНТИПОВ А.А.

³МИЛОСТИВИЙ Р.В.

¹ Одеський державний аграрний університет

² ТОВ «Ветфармстандарт»

³ Дніпровський державний аграрно-економічний університет

⁴ ФДБОУ ВО Курська державна сільськогосподарська академія

⁵ ФНЦ «Всеросійський науково-дослідний і технологічний

інститут птахівництва» РАН

antonenko1946@i.ua

АНТИПОЖИВНА ДІЯ ФІТАТІВ – ЕКСТРАФОСФОРНИЙ ЕФЕКТ ФІТАЗИ

Збільшення продукції тваринництва і птахівництва може бути досягнуто за ефективного використання кормів, у тому числі рослинних. Однак відомо, що до складу кормів рослинного походження входять антипоживні речовини (фітинова кислота або її солі), що знижує доступність наявних у раціоні поживних речовин. З огляду на це, метою огляду був опис дії фітатів в організмі і обґрунтування вибору кормових фітаз для кормовиробництва. Фосфор відповідає за надходження енергії для обмінних процесів в організмі, відіграє важливу роль в обміні білків, жирів і вуглеводів, у синтезі ферментів, гормонів, вітамінів, разом з кальцієм він забезпечує стабільність скелету тварин. Однак переважна частина фосфору в рослинних кормах недоступна для тварин, оскільки вона представлена фітатами, які не розщеплюються в шлунково-кишковому тракті (ШКТ). Фітати, потрапляючи в кисле середовище шлунка, іонізуються і вступають у реакції з позитивно зарядженими мінералами, білками, амінокислотами, утворюючи сполуки, недоступні для подальшого перетравлення. Доступність фосфору з фітатів забезпечується введенням до корму фітази, яка не тільки розщеплює фітати, а й зменшує їх антипоживну дію в результаті зниження концентрації. Сучасні дані свідчать про те, що фітати містять у своїй основі важкорозчинний фосфор та ускладнюють використання інших біологічно активних поживних речовин корму. Збагачення раціону мікробною фітазою робить більш доступними кальцій, цинк і мідь, покращує перетравність корму і стимулює приріст живої маси. Визначення активності фітази лабораторним методом не дає змоги зробити висновок про очікувану її ефективність за використання в кормах для тварин. Проведення таких складних досліджень із застосуванням динамічного моделювання процесів травлення в лабораторних умовах нині практично неможливе. Рішення про доцільність включення фітази в корми приймають на підставі виробничих випробувань пропонованих препаратів.

Ключові слова: корми для тварин, ферменти, фітаза, антипоживна дія фітатів, екстрафосфорний ефект фітази, активність кормових препаратів фітази.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-06-23

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У рослинних кормах приблизно 70 % фосфору міститься в складі фітатів, які є його резервною формою для рослин. Однак у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) тварин з рослинної сировини доступним є не більш як 30 % фосфору. У насінні рослин під час проростання активуються власні фітази, які відщеплюють фосфатні групи від фітатів для подальшого включення в метаболізм рослин. Щоб тварини могли використовувати фосфор з фітатів, у корми додають ферментні препарати, що міс-

тять фітази. Вперше про її позитивну дію на тварин стало відомо на початку 60-х років минулого століття, однак лише через три десятиліття з'явився перший комерційний препарат, який набув великого поширення. Це збіглося з істотним подорожчанням мінеральних джерел фосфору, а також заборонаю в європейських країнах використання кормового борошна тваринного походження.

Ретельне вивчення дії фітатів на травлення дало змогу встановити, що вони не тільки містять важкодоступний фосфор, а й гальмують використання інших поживних речовин [1–2]. Фітати, розчиняючись у кислому середовищі шлунка, перетворюються в аніони фітинової кислоти, які, вступаючи у взаємодію з білком корму, утворюють сполуки, недоступні для перетравлення ферментами тварин [3]. Крім того, йони фітинової кислоти утворюють нерозчинні хелати з катіонами цинку, кальцію, знижуючи їх доступність в організмі. Ці властивості пов'язують з антипоживною дією фітатів.

Проблема забезпечення тварин фосфором пов'язана з його низькою доступністю з рослинної сировини, в якій він присутній в основному в складі фітатів. Це зумовлює необхідність включення в корми мінеральних джерел фосфору, ресурс яких у глобальному аспекті обмежений [4–5]. Збільшення вмісту фосфору в раціоні призводить до зростання вартості комбікормів, а також підвищеного виділення фосфору з калом, що супроводжується забрудненням навколишнього середовища, включаючи джерела води [6].

Метою огляду є опис дії фітатів в організмі і обґрунтування вибору кормових фітаз для використання в кормовиробництві.

Сьогодні кормові препарати фітази отримують шляхом мікробіологічного синтезу. Виявлено безліч активних продуцентів фітази серед мікроскопічних грибів і бактерій, частину з яких використовували для виробництва комерційних препаратів [7–8]. Утворені ними фітази різняться за біологічними властивостями і ефективністю застосування в тваринництві. Незважаючи на різноманіття препаратів, єдиною основною функцією фітаз є відщеплення фосфату від фітатів, що перетворює їх у форму, доступну для всмоктування в ШКТ. Фітати включають різноманітні сполуки, що містять у своєму складі фітинову кислоту (ФК), яка є вільною формою міо-інозитол-гексафосфату ($\text{I}\Phi_6$). Вона включає 6 фосфатних груп (H_2PO_3^-), з'єднаних з циклічним спиртом інозитолом.

Фітати кормів. Описуючи субстрати фітази, використовують терміни «фітат», «фітин» і «фітинова кислота». «Фітати» відображають збірне поняття, що включає безліч речовин, які об'єднують присутність у них фітинової кислоти. Найчастіше в наукових публікаціях зустрічається назва «фітат», яка відноситься до різноманітних сполук, що включають ФК. З терміном «фітин» пов'язують депонований у насінні рослин комплекс $\text{I}\Phi_6$ з калієм, магнієм і кальцієм. Аналізуючи щорічний світовий уміст фітатів у заготівельному зерні та фруктах, підраховали, що він становить приблизно 51 млн тонн, у тому числі 35 млн тонн фітинової кислоти, що містить 9,9 млн тонн фосфору, 12,5 млн тонн зв'язаного калію і приблизно 3,9 млн тонн магнію, які є важкодоступними для використання тваринами. Відтак, основними природними фітатами рослин є комплекси магнію, кальцію і калію з фітиновою кислотою [9–10]. Незалежно від абсолютної концентрації фітатів у зерні злаків, від загального фосфору на відносну частку у вигляді фітатів припадає 61–72 %. Водночас у продуктах переробки олійних культур цей діапазон ширший.

Селекція рослин на підвищення вмісту протеїну в зерні супроводжується високою позитивною кореляцією між вмістом протеїну і концентрацією ФК та загального фосфору [11]. ФК є складним ефіром шестиатомного спирту інозиту і ортофосфорної кислоти. Із ряду ізомерів у природі найчастіше зустрічається D-*міо*-інозитол-1, 2, 3, 4, 5, 6-гексакісдигідрофосфорної кислоти ($\text{I}\Phi_6$ або $\text{P}\Phi_6$). Кожна фосфатна група має два атоми водню, здатні до дисоціації. Шість атомів виявляють сильні кислотні властивості – рН 1,5, у інших кислотні властивості виражені слабше [12]. Виходячи з реакційної активності фосфатних груп, ФК може вступати в реакції з різноманітними речовинами, утворюючи безліч хімічних сполук, які повною мірою ще не вивчено. Іноді зазначають, що антипоживна дія ФК і фітатів пов'язана з низькою доступністю фосфору, що не є вірним, оскільки свідчить лише про обмежену доступність фосфору і не пов'язане з антипоживними властивостями. Тому фахівці розмежовують антипоживну дію фітатів з їх властивостями, що пов'язані з низькою доступністю з них фосфору [13].

Фітати, потрапляючи в кисле середовище шлунка, розчиняються і набувають негативного заряду, завдяки чому вони вступають у реакцію з позитивно зарядженими йонами, до яких на-

лежать біогенні двовалентні метали (Zn^{2+} , $Fe^{2+/3+}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+}). Утворені сполуки під час переміщення в кишечник втрачають розчинність і в результаті стають недоступними для всмоктування. Залежно від складу раціону, видових і вікових особливостей травлення фітати можуть спричиняти дефіцит кальцію, цинку, знижувати доступність амінокислот і зменшувати використання енергії корму [14–16]. Під дією фітази фітинова кислота втрачає частину фосфатних груп, і утворюються сполуки, які не можуть утримувати раніше зв'язані мінеральні речовини, білки і амінокислоти.

Існують дані, які підтверджують, що фітати знижують ефективність використання протеїну і енергії кормів, проте ці факти не отримали наукового пояснення. Донині помилково вважають, що під дією фітази підвищується перетравність протеїну [17]. Ці висновки зроблено виходячи з результатів балансових дослідів, помилково ототожнюючи фізіологічний процес перетравлення поживних речовин з процесом всмоктування [18]. Складність полягає в тому, що склад хімусу в ШКТ змінюється по ходу його переміщення, змінюється розчинність фітатів і кислотність середовища, необхідні для прояву фітазою оптимальної активності. Умови в ШКТ залежать від споживання корму, води і секреції соляної кислоти в шлунку, бікарбонатів у дванадцятипалій кишці і зміни рН середовища, що впливає на перетравлення і всмоктування всіх поживних речовин. Зниження їх використання за впливу фітатів змінюється залежно від складу раціонів і віку тварин. Вивчення цих процесів ускладнене тим, що динамічне моделювання процесу травлення в лабораторних умовах неможливе. Це виключає можливість з'ясування важливих деталей його перебігу для кращого розуміння. Спочатку фітази розглядали тільки як фермент, призначений для підвищення доступності фосфору, з чим пов'язували покращення продуктивності тварин [19–20].

Антипоживна дія фітатів проявляється зниженням використання поживних речовин корму. Вони можуть утворювати важкоперетравні комплекси з білками і крохмалем. Визначити компоненти сировини з низьким умістом фітатів або їх відсутністю – економічно не виправдане завдання. Інший шлях досягнення поставленої мети – зниження вмісту в кормах фітатів шляхом застосування ферменту, що їх руйнує. Сьогодні на ринку сировини пропонують різні кормові препарати фітази, які різняться за механізмами дії, проявом активності в різних відділах шлунково-кишкового тракту.

Під час розщеплення фітатів утворюються вільні йони фосфату, які доступні для всмоктування, і в значній кількості – ефіри інозитолфосфату з меншим умістом фосфатних груп. Це зумовлює зниження негативного заряду молекул фітатів, і в результаті – втрату здатності блокувати травлення білків і всмоктування амінокислот і мінералів. Цей феномен назвали екстрафосфорною дією фітази [21], хоча вона не пов'язана з прямою дією фітази, а обумовлена зниженням умісту реакційно-активних фітатів у хімусі. Це підтверджено спостереженнями на курчатах-бройлерах за згодовування корму, що не містить фітатів, в якому єдиним джерелом білка був легкоперетравний казеїн. Додавання в корм фітату натрію знижувало перетравність казеїну з 85 до 2 % і в цілому сухих речовин – до 37 %. Зменшення кількості введеної фітази в 2 рази зумовлювало підвищення перетравності казеїну і сухих речовин. За включення в корм 1000 одиниць/кг фітази, на тлі введеного до нього фітату натрію, спостерігали подальше зростання перетравності протеїну. Дослідники вважають, що аналогічна дія фітатів проявляється у птиці, яка отримує звичайний раціон [22]. У цьому модельному досліді доведено: 1) відбувається пригнічення перетравності протеїну під впливом фітатів; 2) фітаза за відсутності фітатів не підвищує перетравність протеїну, оскільки не має протеолітичних властивостей; 3) фітаза значною мірою пригнічує гальмівну дію фітатів.

Вплив фітатів і фітази на доступність амінокислот у кормі в практичних умовах буде змінюватися залежно від вмісту фітатів і ряду інших чинників, а також властивостей кормової фітази. У таблиці 1 наведено середні величини змін доступності амінокислот протеїну корму, і можливі її відхилення від середньої величини за використання однієї й тієї самої фітази [23].

Опубліковано сотні повідомлень про позитивну дію фітази на доступність амінокислот, однак узагальнення великої кількості публікацій свідчить, що бажані результати досить нестійкі [24]. Підкреслимо, що єдиною властивістю фітази є розщеплення фітатів, яке супроводжується підвищенням доступності фосфору в ШКТ. Екстрафосфорний ефект, який приписують фітазі, обумовлений перетворенням фітатів у сполуки, які не здатні блокувати інші поживні речовини,

присутні в хімусі. Таким чином, він не прямо пов'язаний з дією фітази, а опосередковано через її вплив на метаболізм фітатів.

Таблиця 1 – Вплив включення в корми фітази на доступність амінокислот у бройлерів

Амінокислоти	Доступність амінокислот, %		
	в середньому	мінімальна	максимальна
Аргінін	0,55	- 2,87	3,42
Гістидин	0,88	- 4,91	464
Ізолейцин	0,11	- 7,39	7,71
Лейцин	0,08	- 4,31	3,72
Лізин	- 0,91	- 0,59	2,66
Метіонін	- 0,99	- 6,20	1,45
Фенілаланін	-0,59	- 5,06	5,37
Треонін	3,16	- 4,81	10,61
Валін	0,50	- 4,67	5,09

Молекулярний механізм дії фітази. Фітази належать до одного з класів фосфатаз – фосфогідролаз міо-інозитол-1, 2, 3, 5-цис-4,6-гексакісдигідрогенфосфату, що піддають гідролізу ефірний зв'язок між міо-інозитолом і ортофосфатом. Фермент, після приєднання до ІФ₆ і відщеплення першої фосфатної групи, залишається зв'язаним з субстратом, потім відщеплює від ІФ₅ наступну фосфатну групу і т. д. [25]. Гідроліз зумовлює утворення нижчих ефірів міо-інозитолфосфату і вільних фосфатних груп у результаті перебігу послідовних реакцій дефосфорилювання.

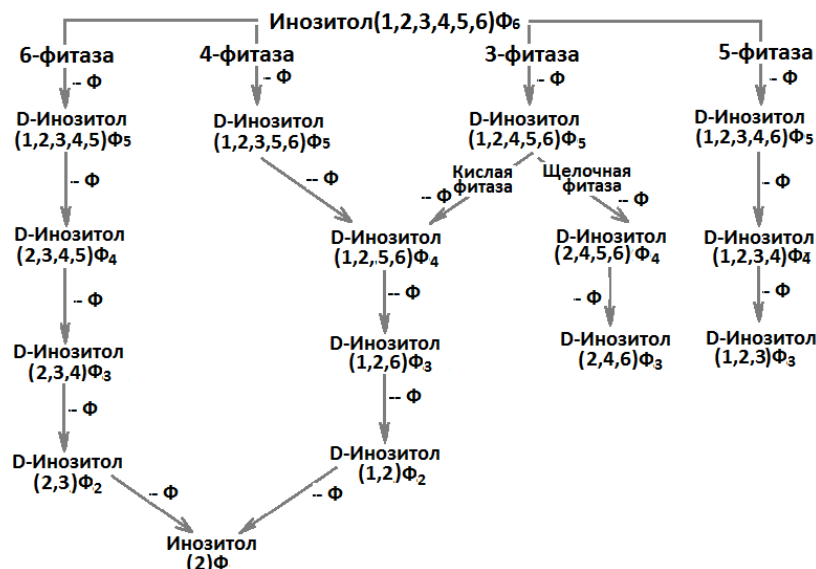


Рис.1. Схема основних шляхів перетворення інозитолгексафосфату.

У ході експерименту встановлено, що фітати корму не впливають на активність фітази [26]. Зокрема, включення в корм, що містить 500 од./кг 6-фітази Phyzyme XP, 8,5; 11,5 або 14,5 г/кг фітату натрію, не змінювало активність ферменту, тобто ІФ₆ не впливає на активність фітази [27]. Відомо декілька десятків ферментів, які відщеплюють фосфатні групи від фітатів, і тому кількість фітаз зростає у зв'язку зі створенням нових форм, що також пов'язано зі зміною їх властивостей. Згідно з рішенням Міжнародного союзу біохіміків, на підставі стереоспецифічності виділено три класи фітаз: 3-фітаза (ЄС 3.1.3.8), 5-фітаза (ЄС 3.1.3.72) і 6-фітаза (ЄС 3.1.3.26), які ініціюють дефосфорилювання ІФ₆ у 3-, 5- або 6-го вуглецевих атомів інозитолу і, відповідно, продукують різні ізомери нижчих ІФ. 3-фітазою дефосфорилюється ІФ₆ в положенні 3, утворюючи 1, 2, 4, 5, 6-пентакісфосфат і неорганічний фосфат (Ф_н, (H₂PO₃)), тоді як 6-фітази починають дефосфорилювання ІФ₆ в положенні 6, утворюючи 1, 2, 3, 4, 5-пентакісфосфат і Ф_н. Таким чином, на першій стадії дії фітаз вивільняється йон ортофосфату, і утворюється стереоізомер ІФ (див. схему перетворень ІФ).

Дія кожного типу фітаз і прояв максимальної їх активності залежить від рН. За цією ознакою їх відносять до кислих або лужних. Кислі фосфатази мають широку субстратну специфіч-

ність до фітатів, що не містять металів, тимчасом лужні проявляють специфічність по відношенню до фітатів, зв'язаних з металами. Детально класифікацію фітаз і їх продуцентів описано в оглядах [28–29].

У науковій літературі існує думка, що обмежувальною дією фітаз під час розщеплення фітатів є перша їх реакція, незалежно від типу фітази. Чим зумовлений цей факт – не встановлено: труднощами утворення зв'язку ферменту з субстратом або ж відомими обмеженнями доступності ферменту в кормах до субстрату. В експерименті на бройлерах, які отримували корми, що включають екзогенну 6-фітазу, спостерігали зниження ІФ₆ в зобі і тонкому кишечнику [30]. За результатами досліджень уміст ІФ₆ в зобі знижувався на 30 %. Включення в корм 500 од. фітази підвищувало його перетравність до 47 %, а 1500 од. – до 56 % (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив добавок фітази і міо-інозитулу на концентрацію ізомерів ІФ в хімусі зобу 22-добових бройлерів

Варіанти	ІФ _{3х}	ІФ(1,2, 3,4)Ф ₄	ІФ(1,2, 5,6)Ф ₄	ІФ(1,2, 3,4,6)Ф ₅	ІФ(1,2, 3,4,5)Ф ₅	ІФ(1,2, 4,5,6)Ф ₅	ІФ ₆	Зниження ІФ ₆ , %
	мкмоль/г сухої речовини							
Концентрація в кормі	*	*	*	0.3	0.4	0.6	11.6	
Контроль (К)	1.1 ^b	0.6 ^a	0.8 ^c	0.3 ^a	0.7 ^a	0.4 ^a	7.9 ^a	30 ^c
К+міоїнозитол	1.4 ^a	0.6 ^a	1.1 ^{a,b}	0.4 ^a	0.8 ^a	0.4 ^a	7.9 ^a	31 ^c
Phy500**	1.5 ^a	0.3 ^b	1.2 ^a	0.2 ^b	0.4 ^b	0.2 ^b	6.2 ^b	47 ^b
Phy1500	0.8 ^c	н.д. ¹	1.0 ^{a,b}	0.2 ^b	0.2 ^c	0.2 ^{b,c}	5.1 ^c	56 ^a
Phy3000	0.7 ^c	н.д. ¹	0.9 ^{b,c}	н.в.р ²	0.2 ^c	0.1 ^c	5.1 ^c	58 ^a

Примітки: *Ізомери ІФ не виявлено.

**В експерименті використовували модифіковану 6-фітазу Quantum Blue.

^{a-c} Середні величини з однаковими буквами не відрізняються ($P < 0.05$).

¹ н.д., не виявлено в більшості зразків.

² < н.в.р. – нижче за рівень, який можна виявити.

Показово, що під впливом ендогенних фітаз у контрольній групі підтримувалася найвища концентрація ІФ(1, 2, 3, 4, 5)Ф₅, яка порівняно з її концентрацією в кормі зросла на 75 %, що пояснюється дією присутньої в кормі 6-фітази. Водночас концентрація двох інших метаболітів, що містять фосфат в шостому положенні ІФ(1, 2, 3, 4, 6)Ф₅, не змінилася, або навіть знизилася ІФ(1, 2, 4, 5, 6)Ф₅, що дає підставу припустити слабке їх утворення з ІФ₆, або активне перетворення в ІФ(1, 2, 5, 6)Ф₄, концентрація якого була вища порівняно з ІФ(1, 2, 3, 4)Ф₄. Міо-інозитол суттєво не вплинув на концентрацію досліджуваних метаболітів.

Додавання до корму 500 од./кг фітази призводило до двократного зниження концентрації ІФ(1, 2, 4, 5, 6)Ф₅. Цей факт не знаходить пояснення, оскільки до корму включали 6-фітазу, під впливом якої повинна відщеплюватися фосфатна група в 6-му положенні. Подальше збільшення фітази в кормі до 1500 од./кг не вплинуло на її концентрацію. ІФ(1, 2, 4, 5, 6)Ф₅ може перетворюватися тільки в один метаболіт – ІФ(1, 2, 5, 6)Ф₄, тоді як попередниками ІФ(1, 2, 3, 4)Ф₄ можуть бути два метаболіти: ІФ(1, 2, 3, 4, 5)Ф₅ і ІФ(1, 2, 3, 4, 6)Ф₅. Незважаючи на це, концентрація ІФ(1, 2, 3, 4)Ф₄ була нижчою, ніж ІФ(1, 2, 5, 6)Ф₄, яка утворюється з одного попередника. Включення в корм 500 од./кг фітази в 2 рази знижувало концентрацію ІФ(1, 2, 3, 4)Ф₄, і при 1500 од./кг цей метаболіт у хімусі не виявляли, тобто він повністю перетворювався в ІФ₃. З викладеного вище слідує, що 6-фітаза по-різному впливала на окремі етапи дефосфорилювання ІФ. Можна припустити, що накопичення в середовищі ІФ(1, 2, 5, 6)Ф₄ обумовлено тим, що хімічна реакція цього етапу є «вузьким» місцем у ланцюзі гідролізу зв'язку між фосфатом і міо-інозитолом. Це підтверджено результатами інших досліджень [31–32].

У вмісті тонкого кишечника концентрація ІФ₆ була майже втричі вищою, ніж у кормі, і в 3,8 раза вищою, ніж у хімусі зобу, хоча її рівень відносно початкового становив 31 %, тобто його зниження відбувалося так само швидко в кишечнику, як і в зобі. У зв'язку з тим, що вміст вихідного субстрату в хімусі тонкої кишки був у кілька разів вищим, порівняно з його рівнем у зобі, концентрація окремих метаболітів ІФ теж зростала. Можна припустити, що активність ендогенної фітази була недостатньою для гідролізу ІФ₆ і його метаболітів. Це підтверджується зниженням концентрації ІФ з меншим умістом фосфатних груп за згодовування корму, що містить 1500 од./кг фітази (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив фітази і *міо*-інозитулу на концентрацію метаболітів ІФ₆ в хімусі тонкого кишечника бройлерів

Варіанти	ІФ Р _{3х} ²	ІФ(1,5,6)Р ₃	ІФ(1,2, 3,4)Р ₄	ІФ(1,2, 5,6)Р ₄	ІФ(1,2,3,4,6)Р ₅	ІФ(1,2, 3,4,5)Р ₅	ІФ(1,2, 4,5,6)Р ₅	ІФР ₆	Зниження ІФР ₆ , %
	мкмоль/г сухої речовини								
Контроль (К)	1.1 ^b	н.д. ³	1.0 ^{a,b}	2.2 ^d	0.7 ^a	3.3 ^b	1.4 ^a	30.0 ^a	31 ^c
К+ <i>міо</i> -інозитол	1.4 ^b	н.д.	1.2 ^a	2.8 ^{c,d}	0.7 ^a	3.9 ^a	1.6 ^a	30.1 ^a	28 ^c
Phy500	2.3 ^a	<н.в. ^{p4}	0.9 ^b	5.2 ^a	0.2 ^b	3.7 ^{a,b}	1.1 ^b	13.4 ^b	70 ^b
Phy1500	2.7 ^a	н.д.	0.2 ^c	4.2 ^{a,b}	н.д.	0.8 ^c	0.3 ^c	3.3 ^c	93 ^a
Phy3000	2.5 ^a	н.д.	н.д.	3.8 ^{b,c}	н.д.	0.6 ^c	0.2 ^c	2.8 ^c	94 ^a

У кишечнику під впливом 500 од./кг фітази, концентрація ІФ (1, 2, 3, 4, 6) Ф₅ знижувалася незначно, тимчасом рівень утвореного з нього метаболіту ІФ (1, 2, 5, 6) Ф₄ зріс у 2,4 раза. Збільшення дози фітази в споживаному кормі до 1500 од./кг призвело до зниження концентрації всіх метаболітів за винятком зростаючого ІФ (1, 2, 5, 6) Ф₄. Цей факт підтверджує припущення про те, що активність фітази, що діє на ІФ (1, 2, 5, 6) Ф₄, обмежує дефосфорилювання фітатів, на відміну від фітази, яка метаболізує ІФ (1, 2, 3, 4) Ф₄. На підставі викладених вище результатів можна зробити висновок, що перший етап перетворення ІФ₆ в ІФ₅ є обмежувальним чинником у дефосфорилюванні фітатів. Однак у ланцюзі послідовних перетворень ІФ іншим обмежувальним чинником метаболізму фітатів є недостатня активність фітази, яка гідролізує ІФ (1, 2, 5, 6) Ф₄.

Ми звернули увагу на результати, отримані на підставі іншого методологічного підходу. В експерименті описано зміну вмісту окремих метаболітів у посліді курчат одного віку за впливу однакових доз кормових фітаз [32]. Концентрацію метаболітів у посліді птиці можна розглядати як сумарну, отриману в результаті їх утворення і втрат (табл. 4).

Таблиця 4 – Концентрація інозитолфосфатів у кормі і посліді 3-тижневих бройлерів

Додано фітази*, од./кг	Жива маса в 3 тижні, г/гол	Концентрація метаболітів ІФ**, г/кг				
		Корм				
		ІФ ₆	ІФ ₅	ІФ ₄	ІФ ₃	Інозитол
		11,56	0,558	Не виявлено		
		Послід				
Контроль (К)	840	39,5	4,70	3,04	0,24	0,37
К+ 500	874	20,7	4,76	4,93	0,18	0,80
К+ 1500	882	8,8	2,73	7,30	0,26	1,23

Примітка:* Модифікована 6-фітаза QuantumBlue.

** Сума стереоізомерів.

Концентрація інозитолгексафосфату під дією рекомендованої дози фітази знизилася на 48 %, і під впливом «супер дози» – на 78 %. У посліді контрольної групи вміст ІФ₄ був нижчим, ніж ІФ₅, що могло бути пов'язано з недостатнім утворенням ІФ₅ за низької активності ендогенних фітаз. Споживання корму з 500 од./кг фітази майже не вплинуло на концентрацію ІФ₅, однак рівень ІФ₄ зріс в 1,6 раза. У групі, яка одержувала корм, що включав 1500 од./кг екзогенної фітази, знижувалася концентрація ІФ₆. Це обумовлено її активним перетворенням в ІФ₅. Проте її концентрація теж знижувалася, що свідчить про активацію процесу перетворення ІФ₅ в ІФ₄. Метаболізм ІФ₄, будучи «вузьким» у ланцюзі його перетворення в ІФ₃, зумовив збільшення концентрації ІФ₄ в 2,4 раза порівняно з контрольною групою.

Під час дослідження *in vitro* з використанням чистого субстрату – фітату натрію, коли доступність фітази до субстрату структурно не була обмежена, дійшли висновку, що дефосфорилювання ІФ₄ є лімітуючим у всьому ланцюзі послідовних реакцій відщеплення фосфату від вихідних фітатів [31]. Таким чином, повільне травлення ІФ₆ у дослідженнях на тваринах може мати дві причини: 1) брак ферменту стосовно субстрату, що супроводжується гальмуванням ініціації дефосфорилювання фітатів; 2) обмеження доступності ферменту до фітатів, які містяться в кормах. Ці причини усувають відомими способами. З точки зору регуляції молекулярного механізму ланцюга послідовних етапів дефосфорилювання ІФ₆, явищем, що гальмує процес, є низька швидкість дефосфорилювання ІФ₄, яка спостерігається навіть за високих доз екзогенної

фітази. З огляду на те, що ІФ₄ може перебувати в зв'язку з фітазою більш тривалий час, він буде «відволікати» фермент від каталізу дефосфорилювання інших молекул фітатів і побічно гальмуватиме перетравлення фітатів у цілому. Цю проблему можна вирішити шляхом створення фітази з високою швидкістю розщеплення ІФ(1, 2, 5, 6)Ф₄. Сьогодні про проведення цілеспрямованих робіт у цьому напрямі не відомо.

Механізм дії фітази в організмі. Максимальний прояв активності фітази залежить від рН середовища, в якій знаходиться фермент. У таблиці 5 наведено основні властивості комерційних препаратів, найбільш поширених в ЄС [25].

Таблиця 5 – Властивості основних фітаз, доступних на ринку ЄС

Параметри	Фітази, тип						
	Quantum	Quantum Blue	Phyzyme XP	Axtra PHY	Ronozyme Hiphos	Ronozyme NP	Natuphos
	6-фітаза	6-фітаза	6-фітаза	6-фітаза	6-фітаза	6-фітаза	3-фітаза
Діапазон рН, охоплюючий 80% активності	4,0–5,0	3,5–5,0	3,0–5,0	3,0	3,0–4,5	4,5–5,5	4,5–5,5
Активність, за рН 3,0 ^a , %	92,5	101,3	82,8	235,1	145,7	12,5	64,2
Активність, за рН 7,0 ^a , %	0,8	2,2	1,7	0,5	0,6	7,8	7,0
Од. активності для гідролізу 50 % ІФ ₆	148	211	140	129	269	480	503
Од. активн. для вивільнення 50 % Р _н	1459	789	636	654	841	1719	1773
КМ(μM), рН 5, 37°C	228	142	285	272	364	75	35
Kcat/c, рН 5, 37°C	1545	1821	1327	1054	1478	1532	318
КМ(μM), рН 3, 37°C	257	179	302	311	427	98	142
Kcat/c, рН 3, 37°C	1012	1274	984	768	1061	824	170
Залишкова активність при рН 3; 37°C, 45 хв							
Без пепсину	98	98	92	87	93	58	81
З пепсином, 3000 од.	93	98	92	85	92	54	47
Оптимум іонної сили, mM NaCl	50–100	50–200	100–200	50–200	50–200	50–200	50–600

Примітка:^aактивність фітази при рН 5 прийнята за 100%.

З даних таблиці 5 можна зробити висновок, що переважна кількість фітаз мікробіального походження належить до типу 6-фітаз. Наведені ферменти в кілька разів активніші в середовищі за рН 3, ніж за рН 7. Активність, необхідна для гідролізу 50 % інозитолфосфату, різнилася для окремих фітаз у 3,9 раза, тимчасом активність, необхідна для вивільнення 50 % неорганічного фосфату, відрізнялася у 2,8 раза. Порівняння двох різних фітаз – Quantum і Phyzyme XP, що вимагають однакової активності для гідролізу ІФ, показало, що вони різнилися в 2,3 раза за активністю, необхідною для відщеплення неорганічного фосфату. На підставі цього можна зробити висновок, що незважаючи на те, що фітази належать до одного типу, механізми їх дії різняться, однак деталі цих відмінностей не встановлено.

З огляду на чутливість ферментів до кислотності середовища і його зміни в ШКТ, слід очікувати, що активність фітаз буде проявлятися неоднаково в його різних відділах, що підтверджується в експерименті щодо вивчення активності фітаз, продуктованих *E. coli* і *P. luscii* [33]. Оптимум активності обох фітаз, визначений *in vitro*, знаходився в діапазоні рН 4–4,5. До корму дослідних груп бройлерів включали однаково за активністю кількість фітаз, проте фітаза *E. coli*, визначена стандартним методом, на тлі комбікорму виявилася менш активною, ніж фітаза *P. Luscii*, активність якої була дещо вищою, ніж заявлена (табл. 6). У разі потрапляння корму в зоб, де процеси травлення виражені слабо, активність ендогенних фітаз, порівняно з вихідною в кормі, зростала в 2,9 раза. Водночас середовище зобу виявилось несприятливим для введених фітаз, і їх активність знижувалася порівняно з вихідною в кормі у 2,5–5,2 раза. У сумарному вмісті залозистого і м'язового шлунків активність ендогенних і доданих фітаз була різко пригнічена. Активність фітази *E. coli* не знижувалася, і в порожній кишці різко зростала, тимчасом активність *P. luscii* продовжувала залишатися на мінімальному рівні. Загалом фітаза *E. coli* була більш стійкою до дії ферментів і умов середовища ШКТ.

Таблиця 6 – Активність фітаз у хімусі в розрахунку на 1 кг спожитого корму

Місце відбору зразка	ОР (1,0% Са; 0,39;% загального Р)	ОР + 1000 од./кг фітази <i>E. coli</i>	ОР + 1000 од./кг фітази <i>P. lycli</i>
Корм	14	825	1152
Зоб	41	328	218
Шлунок	10	119	25
Порожня кишка	24	707	36
Клубова кишка	49	328	22

Прояв різної активності фітаз у вивчених відділах кишечника не підтверджується кількістю перетравлених фітатів. В експерименті на бройлерах, які отримували комбікорм, виготовлений на основі кукурудзи і соєвого шроту, вивчали дію трьох різних фітаз щодо розщеплення природних фітатів під час просування хімусу по ШКТ. Птиці дослідних груп кожен фітазу включали в корм з розрахунку 500 од./кг (табл. 7).

У курчат контрольної групи (ЗР), за рахунок ендогенних фітаз, в зобі перетравлювалася мінімальна кількість ІФ₆, тимчасом під впливом доданих у корм фітаз гідроліз фітатів зростав у кілька разів [34]. У зобі більш активно була грибна фітаза (Phy A) порівняно з бактеріальними (Phy E1 і Phy E2). Однак, якщо звернути увагу на рівень гідролізованих фітатів у хімусі з дванадцятипалої і тонкої кишки, можна помітити, що кількість фітатів, які перетравлені ендогенними фітазами, підвищилася до 59 %, і приблизно на тому самому рівні перетравлення було за впливу Phy A і Phy E1. Велику перетравність ІФ₆ відмічено за впливу Phy E2. Зменшення частки фітатів у хімусі дванадцятипалої і порожньої кишок контрольної групи за впливу ендогенних фітаз порівняно з хімусом зобу становило 50 %. Екзогенна фітаза Phy A не підвищувала частку перетравлених фітатів у хімусі дванадцятипалої і порожньої кишок, як це відбувалося за дії бактеріальних фітаз (на 34–44 %). У клубовій кишці збільшення гідролізованих ІФ₆ за впливу ендогенної фітази, так само як і Phy A і Phy E1, було близьким, хоча дещо вищим за дії бактеріальних фітаз. У хімусі сліпих кишок кількість перетравлених фітатів зростала на 14–19 %, сягаючи максимуму – 91–98 %. При цьому існуючі, хоча й несуттєві відмінності між активністю ферментів, були недостатніми для твердження про рівноцінність їх дії. Якщо врахувати, що в контрольній групі перетравлювався 91 % фітатів, можна ставити під сумнів доцільність застосування екзогенних фітаз. Дещо суперечливі дані, представлені у таблицях 6 і 7, зумовлені різними умовами їх отримання, і потребують подальшого уточнення.

Таблиця 7 – Розщеплення ІФ₆ у відділах ШКТ бройлерів, %

№ з/п	Відділи шлунково-кишкового тракту	Піддослідні групи*			
		ОР	Phy A	Phy E1	Phy E2
1	Зоб	9	64	31	44
2	12-типала + порожня кишки	59	63	65	88
3	Клубова кишка	74	74	79	82
4	Сліпі кишки	91	93	98	96

Примітка:*Групи: ОР основний раціон; PhyA: ОР + 3-фітаза, *Aspergillusniger*, Finase P; PhyE1: ОР + 6-фітаза, Quantum, *E. coli*; PhyE2: ОР + 6-фітаза, QuantumBlue, *E. coli*.

Розщеплення фітатів у кишечника зумовлює вивільнення фосфатів, однак їх всмоктування може обмежувати присутність кальцію й інших позитивно заряджених йонів металів унаслідок утворення сполук з низькою розчинністю. У бройлерів, які отримували фітази (ОР), концентрація вихідного ІФ₆ у вмісті зобу становила 14,49 мкмоль/г сухої речовини, за впливу фітаз Phy A, Phy E1, Phy E2 вона знижувалася на 60, 25 і 40 % відповідно. Аналіз вмісту залозистого і м'язового шлунків показав, що рівень вихідного ІФ₆ у результаті дії Phy A, Phy E1 і Phy E2 знижувався до 34,2; 15,3 і 5,1 %, тобто під впливом Phy E2 фітати практично повністю піддалися першій стадії дефосфорилювання в шлунку. Концентрація ІФ₅, що утворилися в шлунку в результаті дії фітаз, знижувалася в 19–38 разів у порівнянні з ІФ₆ [34].

Збільшення частки фітатів, які розщеплюються в зобі, має принципове значення, оскільки протеїн і крохмаль у ньому практично не перетравлюються, тимчасом фітати мірою поглиблення перетравлення втрачають здатність проявляти антипоживні властивості. Фітати корму за рН зобу слабозрозчинні, тому вони не можуть вступати у взаємодію і зв'язуватися з іншими ре-

човинами, з цієї ж причини їх розщеплюють не всі фітази. Відтак, у зв'язку зі зменшенням концентрації фітатів знижується можливість блокування ними білків, амінокислот, кальцію або інших мінералів. Незважаючи на досягнення у вивченні механізму перетравності фітатів, основаному на експериментах *in vitro*, перенести ці результати в умови *in vivo* не вдається, так само як і застосувати механізм дії ендогенних та екзогенних фітаз стосовно тварин.

У 70-х роках минулого століття виявили зниження використання протеїну під впливом фітатів. Припускають, що потрапляючи в кисле середовище шлунка, йони металів, зв'язані з ФК, замінюються йонами H^+ , фітати розчиняються, перетворюючись у протоновані фітат-йони, частина фосфатних груп яких зберігає негативний заряд у шлунку за рН від 2 до 3 [12]. Проте інша частина груп має негативний заряд і у верхніх відділах кишечника. Взаємодія між аніонами фітатів і амінокислотами білка в хімусі зумовлює утворення важкорозчинних сполук, які будуть недоступні для всмоктування. Інтенсивність процесу залежить від природи білка, концентрації фітату в кормі і рН. Для пригнічення розчинності білка критичне співвідношення фітат : білок становить приблизно 0,05 : 1, тобто 10 г фітинової кислоти на 200 г протеїну [35]. Воно збігається з таким самим співвідношенням у комбікормах, виготовлених на основі кукурудзи і соєвого шроту. Споживання корму, що містить 0,25–0,35 % фітатів, зумовлює зниження розчинності протеїну і всмоктування перетравних амінокислот. Припускають, що фітати зв'язують гліцин, серин, треонін, пролін і в ряді випадків гістидин [27, 36].

Узагальнення результатів, опублікованих у статтях, показало, що збагачення фітазою раціонів зумовлювало підвищення засвоєння амінокислот. Зазвичай відзначали збільшення доступності цистеїну, треоніну, серину, проліну і гліцину, тимчасом на метіонін, аргінін і глутамінову кислоту вплив був слабким [37].

Порівняння перетравності бройлерами протеїну з пшениці та кукурудзи показало, що за 9 амінокислотами пшениці вона становила 80 %, а за додавання в корм фітази зросла на 13,4 %. Найбільший приріст відзначено за лізином – 17,6 %, треоніном – 16,9, ізолейцином – 15,2 % і гістидином – 15 %. Нижче за середні величини збільшувався фенілаланін і лейцин. Перетравність протеїну кукурудзи становила 87 %, однак середній приріст за зазначеними амінокислотами становив всього 3,9 %. У цьому випадку найбільше збільшення встановили за треоніном – 7,3 % і гістидином – 6,0 %; за лізином динаміка не збіглася, і його приріст був нижче середнього [38]. Збільшення частки доступних амінокислот у двох останніх дослідженнях різнилося за напрямом змін. Автори не пояснили причин виявлених відмінностей, оскільки зміна концентрації доступних амінокислот не відображала складу протеїну корму.

В іншому дослідженні на тлі раціону зі зниженим рівнем фосфору ті самі автори встановили, що загальна перетравність протеїну бройлерами становила 85,6 % і не змінювалася в присутності фітази. Водночас доступність треоніну зросла на 12,4 %, тирозину – на 6,7, ізолейцину – на 6,5, гістидину – на 3,1 %, при цьому знижувалася доступність цистеїну на 2,8 % [38]. Якби перетравність знижувалась або зростала в результаті пригнічення протеаз у ШКТ, зміна концентрації амінокислот відбувалася б пропорційно їх вмісту в протеїні. Відзначено, що підвищення доступності амінокислот у присутності фітаз проявляється у разі розщеплення не менш як 30–40 % фітатів [24], тобто звернули увагу на кількість розщеплених фітатів, а не на активність фітази.

Аналогічного висновку можна дійти, аналізуючи результати спостережень на курчатах-бройлерах, яким згодовували корм, що не містить фітатів: у ньому єдиним джерелом білка був казеїн. Включення в корм фітату натрію знижувало перетравність казеїну з 85 до 2 % і сухих речовин – до 37 %. Зменшення кількості введенного фітату вдвічі зумовлювало зниження пригнічення перетравності казеїну. Дослідники вважають, що подібним чином фітати поведуть себе у птиці, яку годують звичайними раціонами [22]. Із результатів цього дослідження доцільно зробити висновки: 1) фітати пригнічують перетравність протеїну; 2) фітаза за відсутності фітатів не підвищує перетравність протеїну; 3) фітаза значною мірою долає гальмівну дію фітатів.

На нашу думку, механізм дії фітатів, який виявляється у вибіркового пригніченні доступності окремих амінокислот, не пов'язаний з травленням протеїну. Фітази, згідно з їх біологічними властивостями, не можуть брати участь у перетравленні білка: спостерігаються зміни, обумовлені зниженням доступності вже перетравлених амінокислот, причому відбувається це відповідно до хімічних особливостей амінокислот, що вступають у реакції з фітат-йонами і рН

ШКТ. Зв'язування амінокислот і, можливо, поліпептидів аніоном ФК залежить від їх заряду, який може змінюватися залежно від рН, тобто відділу ШКТ.

Зниження доступності поживних речовин у ШКТ обумовлює антипоживну дію фітазів. Антагоністичним щодо цього процесу є підвищення доступності протеїну і крохмалю в присутності фітази, що відносять до її екстрафосфорної дії. Під час розщеплення фітаз утворюються вільні ефіри інозитолфосфату з меншим умістом фосфатних груп, що зумовлює зниження їх негативного заряду, і в результаті – до втрати здатності блокувати перетравлення білків і всмоктування амінокислот і мінералів. Цей феномен назвали «екстрафосфорною дією фітази» [21], який не пов'язаний з її прямою дією, а обумовлений зниженням умісту реакційно-активних аніонів ФК у хімусі. Поняття «екстрафосфорна дія», введено в практику комерсантами для обґрунтування включення в корми більшої кількості фітази. Підвищення дози збільшує використання протеїну і енергії корму. При цьому підвищується перетравність фітазів, які в результаті зникають і не можуть проявляти антипоживну дію. Таким чином, відбувається не екстрафосфорне, а одночасне підвищення доступності фосфору та інших поживних речовин.

Доцільність збільшення доз фітаз, включених у корм, зазвичай пов'язують зі встановленою раніше оптимальною дозою. Вперше її визначили для фітази Натуфос, мета застосування якої полягала в підвищенні доступності фосфору з фітазів. Підвищенню доступності інших поживних речовин приділяти увагу почали пізніше. З появою нових фітаз поняття «оптимальної» дози в науці стало нечітким, однак практики продовжують порівнювати рекомендовані дози нових фітаз з раніше встановленою «оптимальною» дозою Натуфосу. Подібне порівняння науково не обґрунтоване, оскільки створені згодом фітази відрізняються від першої як за механізмом дії, так і за своїми властивостями (утвореними стереоізомерами, величиною рН, необхідної для прояву максимальної активності, стійкістю до протеаз тварин та ін.).

Узагальнення результатів понад 700 спостережень, опублікованих за період з 1996 по 2015 роки, з вивчення впливу фітази на доступність амінокислот у поросят і бройлерів показало [24], що у поросят середня доступність 12 вивчених амінокислот становила 77 %, і зросла за включення до раціону фітази в середньому на 2,6 %. Найбільший приріст встановлено за треоніном – 3,8 %, триптофаном – 3,4, фенілаланіном – 3,0 % і мінімальний за метіоніном – 2,0 %. У бройлерів доступність досліджуваних амінокислот сягала 81 % і під впливом фітаз зросла на 4,1 %, тобто більше, ніж у свиней. Показово збільшувалася доступність цистеїну – на 7,2 %, проти +2 % у свиней, треоніну – на 6 %, ізолейцину – на 4,6 і фенілаланіну – на 4,6 %. У свиней з перерахованих амінокислот тільки доступність треоніну під дією фітаз зростала вище середньої величини. В обох видів тварин відбувалося мінімальне збільшення приросту перетравного метіоніну. З огляду на це, в більшості випадків включення в корми фітази підвищує доступність амінокислот у свиней і птиці, хоча окремі дослідники отримали значення, що перевершують наведені в таблиці 8 у 2–4 рази.

Таблиця 8 – Вплив фітази і різних концентрацій кальцію і фосфору в кормі на перетравність протеїну бройлерами

№ групи	фосфор / кальцій, в кормі, %	Фітаза, одиниць	Перетравні, %			Жива маса в 19 діб, г	Спожито корму, г/гол	Витрати кормів на приріст
			Протеїн	Фенілаланін	Триптофан*			
1	0,63 / 0,95	0	81,1	89,0	79,0	495	675	1,37
2	0,48 / 1,05	0	74,3	81,7	66,5	438	589	1,34
3	0,44 / 0,58	0	79,1	86,0	76,1	487	620	1,27
4	0,63 / 0,95	600	80,4	89,0	81,1	527	670	1,29
5	0,48 / 1,05	600	80,2	86,0	76,8	461	590	1,28
6	0,44 / 0,58	600	81,0	84,9	79,1	561	699	1,25

Примітка: *В оригінальній публікації наведено результати по 15 амінокислотам.

На доступність амінокислот впливає не тільки наявність фітази в кормі, а й концентрація фосфору в раціоні і співвідношення фосфору і кальцію. На курчатах 18-добового віку встановлено, що згодовування корму, що містить рекомендовану нормативами кількість загального фосфору і кальцію (кальцій : фосфор = 1,5), перетравлювалася максимальна кількість протеїну (1-ша група). На цьому тлі додавання фітази (4-та група) достовірно не впливало на апетит, доступність фенілаланіну, триптофану, хоча жива маса підвищилася на 6,5 %, а ефективність

використання корму – на 5,8 % (табл. 8). Зниження в раціоні концентрації загального фосфору і збільшення співвідношення Са : Р до 2,2 (2-га група) призвело до значного гальмування перетравності протеїну, доступності амінокислот, споживання корму за період спостереження та приросту живої маси. Включення до цього раціону фітази (5-та група) значно підвищувало перетравність протеїну, хоча вона залишалася нижчою, ніж у 1-й групі. Крім того, зросла ефективність використання корму. Інтерес становлять результати 3-ї групи курчат, що споживали корм зі зниженим рівнем кальцію і фосфору. Перетравність протеїну і доступність амінокислот була нижчою, ніж у першій групі, де співвідношення Са : Р було 1,5, тобто близькою до 3-ї групи, але істотно вищою порівняно з 2-ю групою. На цьому тлі введення в корм фітази (6-та група) зумовлювало подальше зростання апетиту і приросту живої маси, які виявилися вищими, ніж в 1-й групі. Перетравність протеїну була подібною до 1-ї групи, корм якої містив офіційно рекомендовану кількість кальцію і фосфору [40].

Отже, можна зробити висновок, що за високого співвідношення кальцію до фосфору у разі відсутності фітази знижується апетит і перетравність протеїну, що супроводжується зменшенням продуктивності. Застосування фітази дещо послаблює ці наслідки, однак найбільш ефективною її дія спостерігається за зниженого вмісту в кормі кальцію і фосфору. З практичної точки зору, застосування фітази дає змогу економити джерела кальцію і фосфору, звільняючи в раціоні місце для інших компонентів, і отримувати найвищу продуктивність.

У більшості випадків використання фітаз зумовлює підвищення ефективності використання не тільки протеїну, а й енергії корму. Це показано в досліді на курчатах кросу Росс 308, яким у корми включали три різних фітази в дозі 1000 од./кг [41]. Застосування фітаз сприяло збільшенню приросту живої маси до 21-ї доби на 12–14 % (табл. 9).

Таблиця 9 – Вплив фітаз на використання енергії з кукурудзяно-соевих раціонів

Група	Жива маса в 21 добу, г	Використання корму на приріст	Енергії в 1 кг корму, МДж	
			обмінної	продуктивної
I. Контрольна (ОР)	761	1,512	13,87	9,80
II. ОР + фітаза А	853	1,518	14,26	10,35
III. ОР + фітаза В	868	1,447	14,23	10,30
IV. ОР + фітаза С	859	1,433	13,65	9,86

Визначення теплотворної здатності корму і посліду в калориметричній бомбі дало змогу встановити, що додавання фітаз у корми підвищувало обмінну енергію корму (ОЕ) корму в 2-й групі на 2,8 %, у 3-й – на 2,6 %, і знижувало в 4-й групі. При цьому спостерігали значний відносний приріст продуктивної енергії в порівнянні з ОЕ, який становив у 2-й групі бройлерів 5,6, а в 3-й – 5,1 %. У всіх курчат під впливом фітаз не змінювалися теплопродукція і тепловиділення.

На прикладі курчат 4-ї групи видно, що жива маса може підвищуватися за впливу фітази (4-та група) навіть без підвищення використання ОЕ корму. У всіх групах фітази підвищували доступність фосфору, що підтверджено підвищеною мінералізацією кісток. Результати описаного і численних інших досліджень сприяли загальному визнанню екстрафосфорної дії фітази, хоча механізм її прояву залишається нез'ясованим.

За оцінювання ефективності ферментів, у тому числі фітази, існує дві можливості збільшення використання поживних речовин корму: 1) підвищення перетравності цільових субстратів і їх доступності для всмоктування; 2) вплив на фізіологію травлення, включаючи зміни маси шлунка, кишечника, секреції травних соків і всмоктування перетравних речовин, і так само мікрофлори кишечника. Чинники другого пункту менш очевидні, тому на них звертають мало уваги і не враховують. Друга можливість не пов'язана з прямою функцією ферментів, і в разі сприятливих наслідків її відносять до екстра ефекту, тобто додаткової дії, а точніше впливу. Підвищення доступності амінокислот протеїну у разі включення в раціон фітази не є її унікальною додатковою дією, оскільки включення в раціон ксиланази теж підвищувало доступність амінокислот, навіть дещо вище, ніж за впливу фітази [42]. Наведені дослідником дані вказують, що кількісні зміни за 17 вивченими амінокислотами за впливу обох ферментів відбувалися симбатно. Спостерігаючи принципово однакові за спрямованістю для кожної амінокислоти зміни під впливом ферментів, що мають різні функції, можна припустити, що вони відбуваються за участю ще не вивченого, можливо, схожого механізму.

Оцінювання активності фітаз. Оцінювання активності фітаз є проблемою для практиків під час вибору відповідного ферментного препарату. Як зазначено в таблиці 5, фітази різняться за властивостями, прояв їх максимальної активності залежить від рН, що змінюється по ходу ШКТ і не у всіх його ділянках буде оптимальною для обраного ферменту. Фітаза – єдиний фермент, який створювали для годівлі тварин, і для визначення її активності розроблено міжнародний стандарт ISO 30024:2009 (EN). Як субстрат використовують фітат натрію, частка якого в кормах мінімальна. В описі стандарту зазначено, що метод не застосовується для оцінювання або порівняння ефективності різних фітаз, визначення їх активності в кормах і не дає змоги ідентифікувати фітази, які використовують як кормову добавку. Опосередкованість методу підтверджується вивченням фітаз різного походження шляхом гідролізу різних субстратів *in vitro* (табл. 10).

Таблиця 10 – Відносна активність фітаз різних продуцентів, %*

Джерело фітаз	Фітат натрію	Фітат соєового протеїну	Фітат лізоциму
<i>E. coli</i> 1 (<i>S. pombe</i>)	100	164	229
<i>E. coli</i> 2 (<i>P. pastoris</i>)	103	138	152
<i>A. niger</i>	37	32	23
<i>P. luscii</i>	10	25	13

Примітка:*Фітази було взято в дозі 0,1 од./мл.

Активність *E. coli* 1 становила 0,096 мкмоль Р/мл/хв.

Активність фітази, отриманої в результаті культивування *E. coli* 1 (*S. pombe*) за використання як субстрату фітату натрію, брали за 100 % по відношенню до інших досліджуваних фітаз. Розрахунковий аналіз показав, що вона була в 1,6 раза активнішою за відщеплення фосфату від фітатів соєового протеїну, і в 2,3 раза – за гідролізу фітату лізоциму [43]. Фітази, які продукують *E. coli*, приблизно з однаковою інтенсивністю дефосфорилювали фітат натрію, але різнилися за активністю розщеплення протеїнів фітинової кислоти. Активність фітази, продукуючої *A. niger*, виявилася в декілька разів нижчою і слабшою за фітазу, утворену *P. luscii*. Значну варіабельність активності кислих і лужних фітаз залежно від використовуваних субстратів спостерігали інші дослідники [44]. Фахівці відзначають, що одиниці активності, які характеризують ферментні препарати, малоінформативні у разі порівняння різних продуктів і передбачені тільки для їх маркування [45]. Активність відображає здатність ензиму проявляти певну дію в конкретних стандартних умовах методу аналізу. Вони завжди відрізняються від умов в організмі, тому активність, визначена за аналізу стандартним методом, не збігається з проявом дії ензиму в ШКТ, і не є надійним способом для визначення порівняльної ефективності кормових фітаз [45]. Ефективність фітаз може бути визначена тільки в результаті виробничих випробувань.

Травлення поживних речовин є багатостадійним процесом, який починається в шлунку (зобі у птиці) і триває впродовж усього ШКТ. Умови дії ензимів у зобі, шлунку і навіть різних відділах кишечника характерні для конкретного місця і субстрату, потрапляють у кожний наступний відділ після впливу на них у попередніх. У кожному відділі ШКТ виділяються специфічні ензими, адаптовані для дії в конкретному відділі, секреція яких кількісно змінюється у відповідь на властивості присутніх у певному місці субстратів. Будь-які ферменти, створені промисловим способом, мають постійні задані властивості, їх кількість в ШКТ не регулюється біологічними механізмами. У зв'язку з цим кожна включена в корм фітаза буде діяти локально, хоча фітати присутні впродовж усього ШКТ. Склад фітатів змінюється: на початку присутні фітати кормів, а починаючи зі шлунка й далі, до них додаються нові фітати, утворені в результаті взаємодії аніонів ФК з позитивно зарядженими йонами металів, білками і крохмалем. Зміна субстратного складу вимагає адаптації властивостей ферментів. Відтак, неможливо створити фітазу як екзогенний фермент, який буде протягом усього ШКТ перетворювати субстрати в доступну для всмоктування форму. В таблиці 7 наведено дані, які вказують, що потенційно фітати можуть перетравлюватися до 91–98 %. Тим часом у дослідженнях на тваринах доведено, що під впливом фітаз доступність фосфору підвищується лише на 16–25 [46] чи 20–50 % [47], при цьому велика частина фосфору залишається в складі фітатів і недоступна для організму. Численні публікації зазначають про позитивну дію фітази на доступність фосфору і амінокислот, однак результати досить нестійкі [24].

Дослідники дійшли висновку, що багато аспектів фундаментальних знань про перетворення фітатів у ШКТ і механізм дії фітази недостатньо вивчено, щоб їх інтегрувати для більш повного розуміння цього процесу [48]. У практичному сенсі створення фітаз з поліпшеними характерис-

тиками є важливим напрямом, який розробляють, застосовуючи методи генної і білкової інженерії, однак жодна з відомих фітаз не може задовольнити вимоги щодо ідеальної кормової добавки [49]. Про неможливість об'єднати бажані властивості в одній із фітаз зазначають й інші дослідники [50]. Хоча розуміння цієї проблеми було окреслено 10 років тому, значного прогресу в цьому напрямі не досягнуто. Можна вважати цілком раціональною пропозицію щодо створення комплексних кормових препаратів фітаз, що включають індивідуальні фітази, які проявляють взаємодоповнювальну дію [49, 51]. Вважають, що найбільшу увагу слід приділяти ранньому гідролізу фітатів у верхніх відділах ШКТ [26].

Активність фітаз прийнято оцінювати за кількістю неорганічного фосфору, вивільненого з фітатів. На цьому принципі базується міжнародний стандарт визначення активності фітаз ISO 30024:2009 (EN). Як субстрат рекомендовано використовувати фітат натрію. Однак прогрес у вивченні механізму дії фітаз і оцінюванні відомих методів аналізу дав змогу встановити, що визначення їх активності за кількістю вивільненого фосфору пов'язано з похибками, властивими методу, і не відображає механізм дії фітаз [31, 52]. Вивчення субстратної специфічності показало, що одні фітази проявляли виражену специфічність до фітинової кислоти, тимчасом інші активно відщеплювали фосфатні групи від фосфоровмісних сполук, включаючи фенілфосфат, *p*-нітрофенілфосфат, фосфорильовані цукри, α - і β -гліцерофосфат, АДФ, АТФ, фосфоенолпіруват, 3-фосфогліцерат. З огляду на те, що в кормах, крім фітатів, присутні інші органічні фосфоровмісні сполуки, які є субстратами фітаз, вони будуть завищувати кількість вивільненого фосфору, даючи хибнопозитивні результати, що унеможливило адекватне оцінювання активності фітаз [31]. Згідно з ISO 30024:2009, активність фітаз визначають у середовищі за рН 5,5, тимчасом оптимум активності комерційних препаратів фітаз варіює в діапазоні рН від 2,5 до 7,0. У різних відділах ШКТ рН не збігається з умовами, що регламентуються стандартним методом. Зокрема, фітаза, яку продукує *Aspergillus niger*, має два оптимуми прояву активності – за рН 2,5 і 5,5, а тому вона буде більш ефективною порівняно з фітазою з такою самою активністю, встановленою стандартним методом, яка має один оптимум. Зарубіжні автори зазначають, що активність ферментів і їх дія відображають різні властивості. Одиниці, що характеризують активність, передбачено для цілей маркування, і вони неінформативні для порівняння різних продуктів [53]. Це відображено і в ISO 30024:2009, що створює труднощі в розрахунку матричних значень фітаз та інших ензимів.

Вибираючи кормові препарати фітаз, необхідно звертати увагу на однорідність їх частин і віддавати перевагу мікрогранульованим формам, які краще розподіляються у кормі під час змішування та є більш стабільними. Така рекомендація підходить для будь-яких ферментних препаратів. Фітази в складі препаратів повинні бути термостабільними і витримувати підвищення температури в кормів процесі гранулювання. Найбільш ефективними будуть препарати з проявом активності в кислому і нейтральному середовищі. У зв'язку з відсутністю надійного лабораторного методу для прогнозування ефективності дії фітаз на тварин, рішення про застосування будь-якого препарату слід приймати на підставі його випробування в конкретних умовах на тлі найчастіше використовуваних кормів.

Висновки. Основна частина фосфору в кормах представлена фітатами, які слабо перетравлюються в ШКТ тварин. Для покриття дефіциту фосфору у корми додають його мінеральні джерела, що сприяє здорожчання кормів. Неперетравлені фітати виділяються з калом і забруднюють навколишнє середовище фосфором. Для підвищення доступності фосфору фітатів у корми включають кормові препарати фітази. Вона, розщеплюючи фітати, не тільки підвищує доступність фосфору з корму, а й знижує антипоживну дію фітатів у результаті зменшення їх концентрації. Зниження антипоживної дії фітатів під дією фітаз пов'язують з їх екстрафосфорним ефектом. У зв'язку з відсутністю надійного лабораторного методу оцінювання ефективності фітаз, рішення про застосування їх препаратів слід приймати на підставі результатів виробничих випробувань, що дасть змогу створювати більш ефективні кормові препарати або добавки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крюков В.С., Глебова И.В., Антипов А.А. Оценка действия фитаз в пищеварительном тракте и использование препаратов фитазы в питании животных. Проблемы биологии продуктивных животных. 2019. №2. С. 5–25.
2. Джоунс Г. Как выбрать наилучшую фитазу при составлении рациона. Ценовик. 2014. №10. С. 102–103.
3. Morales G.A., Marquez L., Hernández A.J., Moyano F.J. Phytase effects on protein and phosphorus bioavailability in fish diets. Phytate destruction – consequences for precision animal nutrition. 2016. Ch. 9. P. 129–166. Doi: https://doi.org/10.3920/978-90-8686-836-0_9

4. Abelson P.H. A potential phosphorus crisis. *Science*. 1999. no. 283. P. 2015–2015. Doi:<https://doi.org/10.1126/science.283.5410.2015>.
5. Cordell D, Drangert J-O., White S. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change*. 2009. no. 19. P. 292–305. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>.
6. Daneshgar S., Callegari A., Capodaglio A., Vaccari D. The Potential Phosphorus Crisis: Resource Conservation and Possible Escape Technologies: A Review. *Resources*. 2018. no. 7. 37 p. Doi:<https://doi.org/10.3390/resources7020037>.
7. Nayini N.R., Markakis P. Phytases. In: Graf, E. (ed.). *Phytic Acid: Chemistry and Applications*. Pilatus Press, Minneapolis, Minnesota. 1986. P. 101–118.
8. Nys Y., Frapin D., Pointillart P. Occurrence of phytase in plants, animals and microorganisms. In: Coelho, M.B. and Kornegay, E.T. Eds *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management*. BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey. 1996. P. 213–240.
9. Reddy N.R., Sathe S.K., Salunkhe D.K. Phytates in legumes and cereals. *Advances in Food Research*. 1982. Vol. 28. P. 1–92. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0065-2628\(08\)60110-x](https://doi.org/10.1016/s0065-2628(08)60110-x).
10. Lott J.N.A., Ockenden I., Raboy V., Batten G. Phytic acid and phosphorus in crop seed and fruits: a global estimate. *Seed Science Research*. 2000. Vol. 10. P. 11–33. Doi:<https://doi.org/10.1017/s0960258500000039>.
11. Raboy V., Young K., Larson S., Cook A. Genetics of Phytic Acid Synthesis and Accumulation. *Food Phytates*. 2001. 62 p. Doi:<https://doi.org/10.1201/9781420014419.ch5>.
12. Costello A.J.R., Glonek T., Myers T.C. ³¹P-nuclear magnetic resonance-pH titrations of myo-inositol hexaphosphate. *CarbohydrateResource*. 1976. Vol. 46. P. 159–171.
13. Джоунс Г. Как выбрать наилучшую фитазу при составлении рациона. *Ценовик*. 2014. №10. С. 102–103.
14. Anderson P.A. Interactions between proteins and constituents that affect protein quality. In: *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds*, (JW Finley and DT Hopkins, editors). St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, Inc. 1985. P. 31–45.
15. Champagne E.T., Fisher M.S., Hinojosa O. NMR and ESR studies of interactions among divalent cations, phytic acid, and N-acetyl-amino acids. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 1990. no. 38. P. 199–215. Doi:[https://doi.org/10.1016/0162-0134\(90\)84013-f](https://doi.org/10.1016/0162-0134(90)84013-f).
16. Selle P.H., Cowieson A.J., Ravindran V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*. 2009. no. 124. P.126–141. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.006>.
17. Труфанов О. В. Фитаза в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Киев: ПолиграфИнко, 2011. 112 с
18. Крюков В., Зиновьев С. Давайте применять правильно биологические понятия! *Комбикорма*. 2015. № 12. С. 89–90.
19. Taylor T.C. The availability of the calcium and phosphorus of plant materials for animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1965. no. 24. P. 105–112. Doi:<https://doi.org/10.1079/pns19650017>.
20. Nelson T.S. The utilization of phytate phosphorus by the chick—a review. *Poultry Science*. 1967. no. 46. P. 862–871. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps.0460862>.
21. Ravindran V. Phytases in poultry nutrition. An overview. *Proceedings, Australian Poultry Science Symposium*. 1995. P. 135–139.
22. Cowieson A.J., Acamovic T., Bedford M.R. Phytic Acid and Phytase: Implications for Protein Utilization by Poultry. *Poultry Science*. 2006. no. 85. P. 878–885. Doi:<https://doi.org/10.1093/ps/85.5.878>.
23. Selle P. H., Cowieson A. J., Cowieson N. P., Ravindran V. Protein–phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. *Nutrition Research Reviews*. 2012. Vol. 25. P. 1–17. Doi:<https://doi.org/10.1017/s0954422411000151>.
24. Cowieson A.J., Ruckebusch J.P., Sorbara J.O.B., Wilson J.W., Guggenbuhl P., Roos F.F. A systematic view on the effect of microbial phytase on ileal amino acid digestibility in broiler. *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 225. P. 182–194. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.008>.
25. Menezes-Blackburn D., Gabler S., Greiner R. Performance of seven commercial phytases in an in vitro simulation of poultry digestive tract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63. P. 6142–6149. Doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01996>.
26. Yu S., Cowieson A., Gilbert C., Plumstead P., Dalsgaard S. Interactions of phytate and myo-inositol phosphate esters (IP1-5) including IP5 isomers with dietary protein and iron and inhibition of pepsin. *Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 90. P. 1824–1832. Doi:<https://doi.org/10.2527/jas.2011-3866>.
27. Cowieson A. J., Ravindran V. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 2007. Vol. 98. P. 745–752. Doi:<https://doi.org/10.1017/s0007114507750894>.
28. Jorquera M., Martinez O., Varuyama F., Marschner P., Mora M. Current and future biotechnological applications of bacterial phytases and phytase-producing bacteria. *Microbes and Environments*. 2008. Vol. 23. P. 182–191. Doi:<https://doi.org/10.1264/jsme2.23.182>.
29. Singh B., Satyanarayana T. Fungal phytases: characteristics and amelioration of nutritional quality and growth of non-ruminants. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015. Vol. 99. P. 646–660. Doi:<https://doi.org/10.1111/jpn.12236>.
30. Sommerfeld V., Künzel S., Schollenberger M., Kühn I., Rodehutschord M. Influence of phytase or myo-inositol supplements on performance and phytate degradation products in the crop, ileum, and blood of broiler chickens. *Poultry Science*. 2017. Vol. 97. P. 920–929. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pex390>.
31. Qvirist L., Carlsson N.G., Andlid T. Assessing phytase activity—methods, definitions and pitfalls. *Journal of Biological Methods*. 2015. Vol. 2. 16 p. Doi:<https://doi.org/10.14440/jbm.2015.58>.
32. Beeson L. A, Walk C. L., Bedford M. R., Olukosi O. A. Hydrolysis of phytate to its lower esters can influence the growth performance and nutrient utilization of broilers with regular or super doses of phytase. 2017. *Poultry Science*. Vol. 96. P. 2243–2253. Doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pex012>.

33. Onyango E.M., Bedford M.R., Adeola O. Phytase activity along the digestive tract of the broiler chick: A comparative study of an *Escherichia coli*-derived and *Peniophora lycii* phytase. *Canadian Journal of Animal Science*. 2005. Vol. 85. P. 61–68. Doi: <https://doi.org/10.4141/a04-067>.
34. Zeller E., Schollenberger M., Kühn I., Rodehutschord M. Hydrolysis of phytate and formation of inositol phosphate isomers without or with supplemented phytases in different segments of the digestive tract of broilers. *Journal of Nutritional Science*. 2015. Vol. 4. Doi: <https://doi.org/10.1017/jns.2014.62>.
35. Mothes R., Schwenke, K.D., Zirwer D., Gast K. Rapeseed protein – polyanion interactions. Soluble complexes between the 2 S protein fraction (napin) and phytic acid. *Food / Nahrung*. 1990. Vol. 34. P. 375–385. Doi: <https://doi.org/10.1002/food.19900340422>.
36. Peter C. M., Parr T. M., Webel D. M., Baker D. H. The effects on phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. *Animal Feed Science and Technology*. 2001. Vol. 94. P. 199–205. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0377-8401\(01\)00300-5](https://doi.org/10.1016/s0377-8401(01)00300-5).
37. Adeola O., Cowieson A.J. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 89. P. 3189–3218. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715>.
38. Rutherford S.M., Chung T.K., Moughan P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. *British Poultry Science*. 2002. Vol. 43. P. 598–606. Doi: <https://doi.org/10.1080/0007166022000004516>.
39. Rutherford S. M., Chung T. K., Thomas D. V., Zou M. L., Moughan P. J. Effect of a novel phytase on growth performance, apparent metabolizable energy, and the availability of minerals and amino acids in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for broilers. *Poultry Science*. 2012. Vol. 91. P. 1118–1127. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01702>.
40. Sebastian S., Touchburn S.P., Chavez E.R., Lague P.C. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poultry Science*. 1997. Vol. 76. P. 1760–1769. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1760>.
41. Wu D., Wu S. B., Choct M., Swick R. A. Comparison of 3 phytases on energy utilization of a nutritionally marginal wheat-soybean meal broiler diet. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. P. 2670–2676. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pev222>.
42. Cowieson A.J. Strategic Selection of Exogenous Enzymes for Corn/soy-based Poultry Diets. *The Journal of Poultry Science*. 2010. Vol. 47. P. 1–7. Doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.009045>.
43. Tran T.T. Thermostable phytase from a *Bacillus* sp. Doctoral Thesis. Department of Biotechnology. Lund University. Sweden. 2010. 124 p. URL: <https://portal.research.lu.se/portal/files/5618703/1730199.pdf>
44. Oh B.C., Choi W.C., Park S., Kim Y.-O., Oh T.K. Biochemical properties and substrate specificities of alkaline and histidine acid phytases. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2004. Vol. 63. P. 362–372. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1345-0>.
45. Vasquez M.V., Glitsoe V. Phytase Unit Myth! URL: https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/2012_Phytase_unit_myths.pdf (Accessed 14 May 2019)
46. Leske K., Coon C. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. *Poultry Science*. 1999. Vol. 78. P. 1151–1157. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/78.8.1151>.
47. Kornegay E.T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. *Enzymes in farm animal nutrition*. P. 237–271. Doi: <https://doi.org/10.1079/9780851993935.0237>.
48. Butani J. B., Pamerkar S. Role of microbial phytase in broiler nutrition- A review. *Journal of Livestock Science*. 2015. Vol. 6. P. 113–118.
49. Rao D.E.C.S., Rao K.V., Reddy T.P., Reddy V.D. Molecular characterization, physicochemical properties, known and potential applications of phytases: An overview. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2009. Vol. 29. P. 182–198. Doi: <https://doi.org/10.1080/07388550902919571>.
50. Gontia-Mishra I., Tiwars S. Molecular Characterization and Comparative Phylogenetic Analysis of Phytases from Fungi with Their Prospective Applications. *Food Technology and Biotechnology*. 2013. Vol. 51. P. 313–326.
51. Elkhail K.A.I., Manner K., Borriss O.R., Simon O. In vitro and in vivo characteristics of bacterial phytases and their efficacy in broiler chickens. *British Poultry Science*. 2007. Vol. 48. P. 64–70. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071660601148195>.
52. Wyss M., Brugger R., Kronenberger A., Rémy R., Fimbel R., Oesterhelt G., Lehmann M., van Loon A. P. Biochemical characterization of fungal phytases (myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases): catalytic properties. *Applied and environmental microbiology*. 1999. Vol. 65. P. 367–373.
53. Vasquez M.V., Glitsoe V. Phytase Unit Myth! URL: https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/2012_Phytase_unit_myths.pdf (Accessed 14 May 2019).

REFERENCES

1. Krjukov, V.S., Glebova, I.V., Antipov, A.A. (2019). Ocenka dejstvija fitaz v pishhevaritel'nom trakte i ispol'zovanie preparatov fitazy v pitanii zhivotnyh [Evaluation of phytase activity in the digestive tract and the use of phytase preparations in animal nutrition]. *Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh* [Problems of the biology of productive animals]. no. 2, pp. 5–25.
2. Dzshouns, G. (2014). Kak vybrat' nailuchshuju fitazu pri sostavlenii raciona [How to choose the best phytase in the preparation of the diet]. *Cenovik* [Of Cost]. no.10, pp. 102–103.
3. Morales, G.A., Marquez, L., Hernández, A.J., Moyano, F.J. (2016). Chapter 9 Phytase effects on protein and phosphorus bioavailability in fish diets. Phytate destruction – consequences for precision animal nutrition, pp.129–166. Available at: http://doi.org/10.3920/978-90-8686-836-0_9
4. Abelson, P.H. (1999). A Potential Phosphate Crisis. *Science*. no. 283, pp. 2015–2015. Available at: <http://doi.org/10.1126/science.283.5410.2015>.

5. Cordell, D., Drangert, J.O., White, S. (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*. no. 19, pp. 292–305. Available at: <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>.
6. Daneshgar, S., Callegari, A., Capodaglio, A., Vaccari, D. (2018). The Potential Phosphorus Crisis: Resource Conservation and Possible Escape Technologies: A Review. *Resources*. no. 7, 37 p. Available at: <http://doi.org/10.3390/resources7020037>.
7. Nayini, N.R., Markakis, P. (1986). Phytases. In: Graf, E. (ed.). *Phytic Acid: Chemistry and Applications*. Pilatus Press, Minneapolis, Minnesota, pp. 101–118.
8. Nys, Y., Frapin, D., Pointillart, P. (1996). Occurrence of phytase in plants, animals and microorganisms. In: Coelho, M.B. and Kornegay, E.T. Eds *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management*. BASF Corporation, Mount Olive, New Jersey, pp. 213–240.
9. Reddy, N.R., Sathe, S.K., Salunkhe, D.K. Phytates in legumes and cereals. *Advances in Food Research*. 1982, Vol. 28, pp. 1–92. Available at: [http://doi.org/10.1016/s0065-2628\(08\)60110-x](http://doi.org/10.1016/s0065-2628(08)60110-x).
10. Lott, J.N.A., Ockenden, I., Raboy, V., Batten, G. (2000). Phytic acid and phosphorus in crop seed and fruits: a global estimate. *Seed Science Research*. Vol. 10, pp. 11–33. Available at: <http://doi.org/10.1017/s0960258500000039>.
11. Raboy, V., Young, K., Larson, S., Cook, A. (2001). Genetics of Phytic Acid Synthesis and Accumulation. *Food Phytates*. 62 p. Available at: <http://doi.org/10.1201/9781420014419.ch5>.
12. Costello, A.J.R., Glonek, T., Myers, T.C. (1976). ^{31}P -nuclear magnetic resonance-pH titrations of myo-inositol hexaphosphate. *Carbohydrate Resource*. Vol. 46, pp. 159–171.
13. Dzhouns, G. (2014). Kak vybrat' nailuchshuju fitazu pri sostavlenii raciona [How to choose the best phytase in the preparation of the diet]. *Cenovik [Of Cost]*. no.10, pp. 102–103.
14. Anderson, P.A. (1985). Interactions between proteins and constituents that affect protein quality. In: *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds*, (JW Finley and DT Hopkins, editors). St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, Inc. P. pp. 31–45.
15. Champagne, E.T., Fisher, M.S., Hinojosa, O. (1990). NMR and ESR studies of interactions among divalent cations, phytic acid, and N-acetyl-amino acids. *Journal of Inorganic Biochemistry*. no. 38, pp. 199–215. Available at: [http://doi.org/10.1016/0162-0134\(90\)84013-f](http://doi.org/10.1016/0162-0134(90)84013-f).
16. Selle, P.H., Cowieson, A.J., Ravindran, V. (2009). Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*. no. 124, pp. 126–141. Available at: <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.006>.
17. Trufanov, O. V. (2011). Fitaza v kormlenii sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i pticy [Phytase in feeding farm animals and poultry]. Kiev: PolygraphInco, 112 p.
18. Krjukov, V., Zinov'ev, S. (2015). Davajte primenjat' pravil'no biologicheskie ponjatija! [Let's apply biological concepts correctly!]. *Kombikorma [Fodder]*. no. 12, pp. 89–90.
19. Taylor, T.C. (1965). The availability of the calcium and phosphorus of plant materials for animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. no. 24, pp. 105–112. Available at: <http://doi.org/10.1079/pns19650017>.
20. Nelson, T.S. (1967). The Utilization of Phytate Phosphorus by Poultry-A Review. *Poultry Science*. no. 46, pp. 862–871. Available at: <http://doi.org/10.3382/ps.0460862>.
21. Ravindran, V. (1995). Phytases in poultry nutrition. An overview. *Proceedings, Australian Poultry Science Symposium*. pp. 135–139.
22. Cowieson, A.J., Acamovic, T., Bedford, M.R. (2006). Phytic Acid and Phytase: Implications for Protein Utilization by Poultry. *Poultry Science*. no. 85, pp. 878–885. Available at: <http://doi.org/10.1093/ps/85.5.878>.
23. Selle, P.H., Cowieson, A.J., Cowieson, N.P., Ravindran, V. (2012). Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. *Nutrition Research Reviews*. Vol. 25, pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1017/s0954422411000151>.
24. Cowieson, A.J., Ruckebusch, J.P., Sorbara, J.O.B., Wilson, J.W., Guggenbuhl, P., Roos, F.F. (2017). A systematic view on the effect of microbial phytase on ileal amino acid digestibility in broiler. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 225, pp. 182–194. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.008>.
25. Menezes-Blackburn, D., Gabler, S., Greiner, R. (2015). Performance of seven commercial phytases in an in vitro simulation of poultry digestive tract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 63, pp. 6142–6149. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01996>.
26. Yu, S., Cowieson, A., Gilbert, C., Plumstead, P., Dalsgaard, S. (2012). Interactions of phytate and myo-inositol phosphate esters (IP1-5) including IP5 isomers with dietary protein and iron and inhibition of pepsin. *Journal of Animal Science*. Vol. 90, pp. 1824–1832. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3866>.
27. Cowieson, A. J., Ravindran, V. (2007). Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. Vol. 98, pp. 745–752. Available at: <https://doi.org/10.1017/s0007114507750894>.
28. Jorquera, M., Martinez, O., Varuyama, F., Marschner, P., Mora, M. (2008). Current and future biotechnological applications of bacterial phytases and phytase-producing bacteria. *Microbes and Environments*. Vol. 23, pp. 182–191. Available at: <https://doi.org/10.1264/jsme2.23.182>.
29. Singh, B., Satyanarayana, T. (2015). Fungal phytases: characteristics and amelioration of nutritional quality and growth of non-ruminants. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 99, pp. 646–660. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12236>.
30. Sommerfeld, V., Künzel, S., Schollenberger, M., Kühn, I., Rodehutschord, M. (2017). Influence of phytase or myo-inositol supplements on performance and phytate degradation products in the crop, ileum, and blood of broiler chickens. *Poultry Science*. Vol. 97, pp. 920–929. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pex390>.
31. Qvirist, L., Carlsson, N.G., Andlid, T. (2015). Assessing phytase activity—methods, definitions and pitfalls. *Journal of Biological Methods*. Vol. 2, 16 p. Available at: <https://doi.org/10.14440/jbm.2015.58>.
32. Beeson, L. A., Walk, C. L., Bedford, M. R., Olukosi, O. A. (2017). Hydrolysis of phytate to its lower esters can influence the growth performance and nutrient utilization of broilers with regular or super doses of phytase. *Poultry Science*. Vol. 96, pp. 2243–2253. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pex012>.

33. Onyango, E.M., Bedford, M.R., Adeola, O. (2005). Phytase activity along the digestive tract of the broiler chick: A comparative study of an *Escherichia coli*-derived and *Peniophora lycii* phytase. *Canadian Journal of Animal Science*. Vol. 85, pp. 61–68. Available at: <https://doi.org/10.4141/a04-067>.
34. Zeller, E., Schollenberger, M., Kühn, I., Rodehutscord, M. (2015). Hydrolysis of phytate and formation of inositol phosphate isomers without or with supplemented phytases in different segments of the digestive tract of broilers. *Journal of Nutritional Science*. Vol. 4. Available at: <https://doi.org/10.1017/jns.2014.62>.
35. Mothes, R., Schwenke, K. D., Zirwer, D., Gast, K. (1990). Rapeseed protein – polyanion interactions. Soluble complexes between the 2 S protein fraction (napin) and phytic acid. *Food / Nahrung*. Vol. 34, pp. 375–385. Available at: <https://doi.org/10.1002/food.19900340422>.
36. Peter, C. M., Parr, T. M., Webel, D. M., Baker, D. H. (2001). The effects on phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 94, pp. 199–205. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0377-8401\(01\)00300-5](https://doi.org/10.1016/s0377-8401(01)00300-5).
37. Adeola, O., Cowieson, A.J. (2011). Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*. Vol. 89, pp. 3189–3218. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715>.
38. Rutherford, S.M., Chung, T.K., Moughan, P.J. (2002). The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. *British Poultry Science*. Vol. 43, pp. 598–606. Available at: <https://doi.org/10.1080/0007166022000004516>.
39. Rutherford, S. M., Chung, T. K., Thomas, D. V., Zou, M. L., Moughan, P. J. (2012). Effect of a novel phytase on growth performance, apparent metabolizable energy, and the availability of minerals and amino acids in a low-phosphorus corn-soybean meal diet for broilers. *Poultry Science*. Vol. 91, pp. 1118–1127. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01702>.
40. Sebastian, S., Touchburn, S.P., Chavez E. R., Lague, P. C. (1997). Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn–soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poultry Science*. Vol. 76, pp. 1760–1769. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1760>.
41. Wu, D., Wu, S.B., Choct, M., Swick, R.A. (2015). Comparison of 3 phytases on energy utilization of a nutritionally marginal wheat-soybean meal broiler diet. *Poultry Science*. Vol. 94, pp. 2670–2676. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps/pev222>.
42. Cowieson, A.J. (2010). Strategic Selection of Exogenous Enzymes for Corn/soy-based Poultry Diets. *The Journal of Poultry Science*. Vol. 47, pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.2141/jpsa.009045>.
43. Tran, T.T. (2010). Thermostable phytase from a *Bacillus* sp. Doctoral Thesis. Department of Biotechnology. Lund University. Sweden, 124 p. Available at: <https://portal.research.lu.se/portal/files/5618703/1730199.pdf>
44. Oh, B.C., Choi, W.-C., Park, S., Kim, Y.-O., Oh, T.K. (2004). Biochemical properties and substrate specificities of alkaline and histidine acid phytases. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Vol. 63, pp. 362–372. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1345-0>.
45. Vasquez, M.V., Glitsoe, V. Phytase Unit Myth! Available at: https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/2012_Phytase_unit_myths.pdf (Accessed 14 May 2019)
46. Leske, K., Coon, C. (1999). A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. *Poultry Science*. Vol. 78, pp. 1151–1157. Available at: <https://doi.org/10.1093/ps/78.8.1151>.
47. Kornegay, E.T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. *Enzymes in farm animal nutrition*. pp. 237–271. Available at: <https://doi.org/10.1079/9780851993935.0237>.
48. Butani, J. B., Parnerkar, S. (2015). Role of microbial phytase in broiler nutrition- A review. *Journal of Livestock Science*. Vol. 6, pp. 113–118. Available at: <http://livestockscience.in/wp-content/uploads/phytase-broiler.pdf> (Accessed 21 May 2019).
49. Rao, D. E. C. S., Rao, K. V., Reddy, T. P., Reddy, V. D. (2009). Molecular characterization, physicochemical properties, known and potential applications of phytases: An overview. *Critical Reviews in Biotechnology*. Vol. 29, pp. 182–198. Available at: <https://doi.org/10.1080/07388550902919571>.
50. Gontia-Mishra I., Tiwars, S. (2013). Molecular Characterization and Comparative Phylogenetic Analysis of Phytases from Fungi with Their Prospective Applications. *Food Technology and Biotechnology*. Vol. 51, pp. 313–326.
51. Elkhailil, K.A.I., Manner, K., Borriss, O.R., Simon, O. (2007). In vitro and in vivo characteristics of bacterial phytases and their efficacy in broiler chickens. *British Poultry Science*. Vol. 48, pp. 64–70. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071660601148195>.
52. Wyss, M., Brugger, R., Kronenberger, A., Rémy, R., Fimbel, R., Oesterhelt, G., Lehmann, M., van Loon, A. P. (1999). Biochemical characterization of fungal phytases (myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases): catalytic properties. *Applied and environmental microbiology*. Vol. 65(2), pp. 367–373. Available at: PubMed PMID: 9925555; PubMed Central PMCID: PMC91034.
53. Vasquez, M.V., Glitsoe, V. Phytase Unit Myth! Available at: https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/2012_Phytase_unit_myths.pdf (Accessed 14 May 2019)

Антипитательное действие фитатов – экстрафосфорный эффект фитазы

А.П. Решетниченко, В.С. Крюков, П.П. Антоненко, Л.А. Тарасенко, И.В. Глебова, С.В. Зиновьев, О.Т. Пивень, А.А. Антипов, Р.В. Милостивый

Увеличение продукции животноводства и птицеводства может быть достигнуто при эффективном использовании кормов, в том числе растительных. Однако известно, что в состав кормов растительного происхождения входят антипитательные вещества (фитиновая кислота или её соли), снижающие доступность содержащихся в рационе питательных веществ. Целью обзора было описание действия фитатов в организме и обоснование выбора кормовых

фитаз для кормопроизводства. Фосфор отвечает за поступление энергии для обменных процессов в организме, играет важную роль в обмене белков, жиров и углеводов, в синтезе ферментов, гормонов, витаминов, вместе с кальцием он обеспечивает стабильность скелета животных. Однако преобладающая часть фосфора в растительных кормах недоступна для животных, поскольку она представлена фитатами, которые не расщепляются в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ). Фитаты, попадая в кислую среду желудка, ионизируются и вступают в реакции с положительно заряженными минералами, белками, аминокислотами, формируя соединения, недоступные для дальнейшего переваривания. Доступность фосфора из фитатов обеспечивается включением в корм фитазы, которая не только расщепляет фитаты, но и в результате снижения концентрации уменьшает их антипитательное действие. Современные данные свидетельствуют о том, что фитаты содержат в своей основе труднорастворимый фосфор и затрудняют использование других биологически активных питательных веществ корма. Обогащение рациона микробной фитазой делает более доступными также кальций, цинк и медь, улучшает переваримость корма и стимулирует прирост живой массы. Определение активности фитазы лабораторным методом не позволяет сделать вывод об ожидаемой её эффективности при использовании в кормах для животных. Проведение таких сложных исследований с применением динамического моделирования процессов пищеварения в лабораторных условиях в настоящее время практически невозможно. Решение о целесообразности включения фитазы в корма принимают на основании производственных испытаний предлагаемых препаратов.

Ключевые слова: корма для животных, ферменты, фитаза, антипитательное действие фитатов, экстрафосфорный эффект фитазы, активность кормовых препаратов фитазы.

Anti-nutritional effect of phytates – extraphosphoric effect of phytase

Reshetnichenko O., Kryukov V., Antonenko P., Tarasenko L., Glebova I., Zinoviev S., Piven O., Antipov A., Mylostyyvi R.

The increase of animal and poultry production can be achieved by the effective use of fodder, including vegetable feed. However, it is known that the vegetable feed can contain anti-nutrients (phytic acid or its salts). They reduce the nutrient availability in the diet. That is why, the research aim is the description of the phytate influence on the body and the definition of the right feed phytases for fodder production.

Phosphorus is responsible for the energy supply to the body for metabolic processes. It plays a significant role in the metabolism of proteins, fats and carbohydrates. It takes part in the synthesis of enzymes, hormones, vitamins. Phosphorus ensures the stability of the skeleton of animals along with calcium. However, the predominant part of phosphorus is not available for animals in the vegetable feed as it is presented by phytates, which do not split in the gastrointestinal tract (GIT) of animals. When phytates get into the acidic environment of the stomach they ionize and react with positively charged minerals, proteins, amino acids creating compounds that are inaccessible for further digestion. The availability of phosphorus from phytates is provided by the phytase adding to the fodder, which not only splits phytates, but also reduces their anti-nutritional effect by concentration decreasing.

From the present-day data it is known that phytates contain difficult soluble phosphorus. They also make it difficult to absorb another biologically active nutrients from fodder. The enrichment of the animal diet with microbial phytase makes calcium, zinc and copper be more accessible. It improves digestibility of food and stimulates weight gain. Phytase activity determined by the laboratory method does not allow to make up a conclusion about its expected effectiveness for animals. At present it is almost impossible to conduct such complex research and to use the dynamic modeling of digestion processes in the laboratory. The decision about the appropriate use of proposed preparations with phytase in the fodder is made on the basis of the production test.

Keywords: animal feed, enzymes, phytase, anti-nutritional effect of phytates, extra phosphoric effect of phytase, activity of the feed preparations of phytase.

Надійшла 15.03.2019 р.

УДК 636.237.21.061

СТАВЕЦЬКА Р.В.

ДИНЬКО Ю.П.

БУШТРУК М.В.

СТАРОСТЕНКО І.С.

БАБЕНКО О.І.

КЛОПЕНКО Н.І.

*Білоцерківський національний аграрний університет***ЛІНІЙНА КЛАСИФІКАЦІЯ ЕКСТЕР'ЄРНОГО ТИПУ ПЕРВІСТОК
УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ
ЗАЛЕЖНО ВІД ТИПУ КОНСТИТУЦІЇ**

Експериментально доведено, що сила і напрям зв'язку між лінійною класифікацією екстер'єрного типу корів української чорно-рябої молочної породи та їх конституцією залежить від типу конституції та ознаки екстер'єру. Мало-, середньо- і великооб'ємний типи конституції (за Черненком) достовірно корелюють з шириною ($r=0,58$) і глибиною грудей ($r=0,48$), поставою тазових кінцівок ($r=0,30$), центральною зв'язкою ($r=0,28$), глибиною вим'я ($r=-0,22$) і довжиною дійок ($r=0,25$), $P<0,01-0,001$. Рихлий і щільний типи конституції (за Колесником) найсильніше пов'язані з висотою ($r=-0,28$), шириною грудей ($r=-0,70$), глибиною грудей ($r=-0,38$), а також з поставою тазових кінцівок ($r=-0,23$), $P<0,05-0,001$; ніжний і грубий типи – з висотою ($r=-0,51$), кутастістю ($r=-0,22$), шириною заду ($r=-0,35$), глибиною вим'я ($r=-0,27$) і заднім прикріпленням вим'я ($r=0,20$), $P<0,05-0,001$; вузькотілий і широкотілий типи конституції – з шириною грудей ($r=0,30$) і шириною заду ($r=0,23$), $P<0,05-0,01$.

Лінійна класифікація екстер'єру корів залежно від типу конституції, сила і напрям зв'язку між типами конституції і описовими ознаками екстер'єру показали, що найбільш інформативною є класифікація конституції корів на мало-, середньо- і великооб'ємний типи за Черненком – у середньому $\eta^2_x=17,5\%$, найменш інформативною – на вузькотілий і широкотілий типи за Колесником – $\eta^2_x=7,6\%$. Класифікація корів на рихлий-щільний і ніжний-грубий типи конституції (за Н. Н. Колесником) за інформативністю і достовірністю займають проміжне положення – у середньому $\eta^2_x=10,0-11,5\%$.

Найсильніше на тип конституції впливають висота корів ($\eta^2_x=27,9\%$ у середньому за всіма дослідженими типами конституції), ширина грудей ($\eta^2_x=33,5\%$), глибина грудей ($\eta^2_x=21,8\%$), ширина заду ($\eta^2_x=24,1\%$) та постава тазових кінцівок ($\eta^2_x=18,7\%$).

Ключові слова: корови, лінійна класифікація екстер'єрного типу, конституція, кореляція, сила впливу.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-24-34

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В останні десятиріччя акценти селекційної роботи у молочному скотарстві було зміщено з наросування молочної продуктивності у бік збалансованості ознак селекції, зокрема дедалі більше уваги приділяють екстер'єру тварин [1, 2]. Нині основним методом оцінки екстер'єру молочних корів є лінійна класифікація тварин за екстер'єрними типом відповідно до закону України «Про племінну справу у тваринництві» [3].

Ефективність селекції за ознаками екстер'єру залежить від їх успадковування. Згідно з повідомленням Асоціації голштинської породи США [4], успадковування ознак екстер'єру молочної худоби коливається від 0,11 (постав тазових кінцівок) до 0,42 (висота в крижах). Досить високе успадковування характерне для глибини грудей (0,37), нахилу заду (0,33), розміщення задніх дійок (0,32). Згідно з даними Eaglen et al. [5], успадковування лінійних ознак молочної худоби коливається від 0,20 (ширина грудей) до 0,41 (висота в крижах), $P<0,01$.

Було проведено численні дослідження щодо виявлення зв'язку між результатами лінійної оцінки молочних корів та селекційними ознаками, які характеризують молочну продуктивність, відтворення, тривалість продуктивного використання, довічну продуктивність корів, частоту захворюваності та ін. Отримані результати були неоднозначними.

Eaglen et al. [5] встановили, що зв'язок ознак екстер'єру з надоем за 305 діб є різноспрямованим: від -0,47 (глибина вим'я) до 0,22–0,24 (глибина грудей і висота в крижах). Сильний зв'язок спостерігали між тривалістю лактації і шириною заду ($0,52\pm0,15$) та висотою в крижах ($0,48\pm0,15$). Подібні результати отримали Gibson and Dechow [6], які стверджують, що кореляція між глибиною вим'я і надоем за лактацію від'ємна ($-0,40$), а з висотою і шириною вим'я – додатна (0,20 і 0,48, відповідно). Campos et al. [7] зазначають, що загалом кореляція між типом і

молочною продуктивністю є низькою, крім текстури вим'я і кутаєстості, які додатньо корелюють з надоем, кількістю молочного жиру і білка. Як і в попередніх дослідженнях, найвищу від'ємну кореляцію відмічали між молочною продуктивністю і глибиною вим'я (-0,30).

Таркі and Guzey [8] виявили сильний зв'язок між кутаєстістю, глибиною вим'я і розташуванням задніх дійок та величиною надою, кількістю молочного жиру і молочного білка – 0,42; 0,40; 0,45; -0,46; -0,41; -0,45 та -0,46; -0,41; -0,45 відповідно. Крім зазначених ознак, сильну кореляцію з надоем мали висота вим'я ззаду, вгодованість, центральна зв'язка і пересування: -0,77; 0,61; 0,65 і 0,59 відповідно. Ці кореляції показують, що високопродуктивні корови більш кутаєсті, мають глибоке високо прикріплене вим'я, добре розташування задніх дійок, середню вгодованість, сильну центральну зв'язку і довгі кроки.

Отже, зростання надою, кількості молочного жиру і молочного білка можна досягти шляхом непрямого відбору, включаючи бажані ознаки екстер'єру до селекційних індексів [8] та використовуючи у селекційній роботі одночасний відбір за типом і ознаками молочної продуктивності [7].

Корови бажаного екстер'єрного типу зазвичай є не лише високопродуктивними, а й довговічними. Кореляція між виживаністю корів у стаді та лінійною оцінкою екстер'єру варіює від -0,37 до 0,50 [9], кореляція між довговічністю та загальною оцінкою вим'я становить 0,25, кінцівками – 0,26, з глибиною вим'я – 0,33 [10].

Kern et al. [11, 12] вважають, що тривалість продуктивного використання корів у стаді найсильніше корелює із загальною оцінкою, кутаєстістю, лінією верху, текстурою вим'я і центральною зв'язкою. Gibson and Dechow [6] найсильнішу кореляцію отримали з загальною оцінкою (0,57), переміщенням (0,50) і переднім прикріпленням вим'я (0,44), Kern et al. [9] – з глибиною вим'я, розташуванням задніх дійок, текстурою вим'я, якістю скелета, переднім прикріпленням вим'я, глибиною і шириною грудей.

Sielava et al. [13] зазначають, що у корів голштинської породи з висотою в крижах 146 см і вище достовірно вища тривалість життя і продуктивність на один день життя. Виявлено відмінності між величиною довічної продуктивності і розташуванням дійок: вищу молочну продуктивність отримано від корів, у яких дійки розміщені ближче до середини четвертей (згідно з лінійною оцінкою 6–9 балів).

Селекція за показниками відтворення у молочному скотарстві є малоефективною через їх низьке успадковування. Кореляція між показниками відтворення і оцінкою типу корів варіює за віком першого отелення від -0,23 (лінія верху) до 0,28 (кутаєстість), тривалістю міжотельного періоду – від 0,54 (загальна оцінка) до 0,34 (кут ратиці), тривалістю сухостійного періоду – від -0,23 (кутаєстість) до 0,56 (висота в крижах), за тривалістю сервіс-періоду – від -0,52 (загальна оцінка) до 0,36 (висота вим'я). На думку вчених, поліпшенню відтворювальної здатності корів сприятиме відбір за загальною оцінкою типу, шириною грудей, лінією верху, кутаєстістю, довжиною вим'я, прикріпленням вим'я, розташуванням задніх дійок [14].

Встановлено, що лінійні ознаки корелюють з легкістю отелення, найвищу достовірну кореляцію виявлено з глибиною грудей ($0,47 \pm 0,18$) і шириною грудей ($0,55 \pm 0,20$). Первістки з широким і глибоким тулубом більш високопродуктивні, однак частіше мають важкі отелення та нижчу заплідненість [5].

Ряд дослідників виявили зв'язок між результатами лінійної оцінки молочної худоби і частотою захворюваності. Зокрема, у фінських голштинів найсильніші кореляції були між кутом ратиці і хворобами ратиць – 0,45–0,51. Корови з високою п'яткою мають нижчу ймовірність ураження ратиць [15].

Незважаючи на світове визнання лінійної класифікації молочної худоби за екстер'єрним типом, її недоліком вважають те, що не всі ознаки можна виміряти. З огляду на це, поряд з лінійною оцінкою доцільно враховувати тип конституції тварин. Під час визначення типу конституції використовують не тільки візуальну оцінку екстер'єру, а й проміри та індекси тіла. Таке поєднання вважають більш об'єктивним способом оцінювання зовнішнього вигляду тварин.

Важливість вивчення конституції полягає в тому, що тільки конституційно міцні тварини здатні бути здоровими, високопродуктивними, давати повноцінний приплід, ефективно витримувати щоденні експлуатаційні навантаження і тривалий час використовуватись у стаді [16, 17].

Заслужують на увагу методики класифікації типів конституції молочної худоби Колесника [18] і Черненка [19]. Колесник розробив методику визначення типів конституції на основі модальних відхилень індексів будови тіла – широкогрудості, широкозадості, костистості і масивності. Дослідження Черненка було спрямоване на розроблення принципово нового методу диференціації тварин (велико-, середньо- і малооб'ємного типів). Їх розподіл пропонується проводити за об'ємно-ваговим коефіцієнтом (співвідношення умовного об'єму грудного відділу і живої маси).

Використовуючи методику Колесника розподілу корів за типами конституції, Ставецька і Динько [20, 21] дослідили проміри тіла, живу масу та ріст первісток української чорно-рябої молочної породи. Встановлено, що перевагою за широтними промірами тіла (ширина і довжина грудей, ширина заду в клубках) характеризувались первістки широкотілого типу конституції, тварини вузькотілого типу були вищими, з глибокими грудьми та більшою нависісною довжиною тулуба. Перевагу за більшістю промірів та індексів вим'я спостерігали у первісток рихлого, грубого і вузькотілого типів.

Оцінюючи корів за об'ємно-ваговим коефіцієнтом, Черненко [22–24] встановив, що первістки мало- і середньооб'ємного типів конституції народжуються з вищою живою масою на 2,5 кг ($P > 0,95$), корови української червоної молочної породи велико- і середньооб'ємного типів конституції мають кращу сформованість організму у молочному напрямку (об'ємно-ваговий коефіцієнт 0,58 л/кг і більше). Відбір корів з об'ємно-ваговим коефіцієнтом вище 0,58 л/кг не призводить до зміни будови тіла з молочного у м'ясний тип ($r = -0,040 \pm 0,0141$). Також ці тварини є кращими за лінійною класифікацією екстер'єру (розвиток вим'я, темперамент), молочною продуктивністю та відтворювальною здатністю [16].

Вплив типів конституції, визначених за Колесником, на ознаки молочної продуктивності корів був слабким і недостовірним ($\eta^2_x = 0,6\text{--}3,5\%$), за Черненком – достовірним, слабким і середнім за силою ($\eta^2_x = 8,8\text{--}39,3\%$; $P < 0,05\text{--}0,01$).

Черненко і Гиль [25] повідомляють, що корови великооб'ємного типу конституції за 305 діб першої лактації характеризуються вищим надосом на 982 кг, виходом молочного жиру – 34,01, молочного білка – 30,08 та коефіцієнтом молочності – на 239,33 кг ($P > 0,999$), порівняно з малооб'ємним типом. Корови середньооб'ємного типу за цими ознаками також виявили статистично значущу перевагу ($P > 0,99\text{--}0,999$). Подібні результати щодо переважання за ознаками молочної продуктивності корів великооб'ємного типу було отримано Ставецькою і Диньком [20].

Отже, лінійна класифікація тварин за екстер'єрним типом є важливою для проведення відбору і підбору у стадах молочної худоби, вона прямо і побічно впливає на живу масу корів [26], молочну продуктивність та відтворювальну здатність [7, 14, 27], стан здоров'я [15, 28], довговічність і довічну продуктивність тварин [9, 10, 13] та інтенсивність їх вибіракування [12]. Результати лінійної оцінки типу включено до комплексних селекційних індексів [29–31], часто на оцінці за типом базується прогнозування доцільності і ефективності використання певної тварини у стаді [32].

Врахування у селекційно-племінній роботі типів конституції тварин сприяє більш об'єктивному та інформативному їх оцінюванню [16, 20, 23, 25, 33].

Метою дослідження було вивчення зв'язку між лінійною класифікацією екстер'єрного типу первісток української чорно-рябої молочної породи та типом їх конституції.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження було проведено у 2018 році на племзаводі української чорно-рябої молочної породи СВК ім. Щорса Київської області ($n=89$) на основі даних зоотехнічного обліку, взяття промірів тіла та лінійної класифікації корів за екстер'єрним типом [34].

Розподіл корів за типами конституції проводили за методиками Черненка [19] і Колесника [18].

Для створення бази даних та статистичного аналізу отриманих даних використовували програми Microsoft Excel, Statistica 8.0.

Результати дослідження. Згідно з даними, наведеними у таблиці 1, первістки української чорно-рябої молочної породи СВК ім. Щорса характеризуються середнім ростом (4,83 бали), шириною грудей (5,38) і кутастистю (5,85), досить глибокими грудьми (7,58) і широким задом (7,18), нахил заду ближчий до звислого (6,25), кут тазових кінцівок і кут ратиці мають середню

вираженість (4,80 і 4,73, відповідно), а постава тазових кінцівок – незначний розмет (4,71), прикріплення вим'я і глибина вим'я середні, однак заднє прикріплення вим'я є дещо міцнішим (5,45) порівняно з переднім (4,37), центральна зв'язка добре виражена (6,15), дійки середньої довжини (5,65), вгодованість також є середньою (4,99).

Таблиця 1 – Характеристика первісток за 9-бальною лінійною класифікацією екстер'єрного типу (n = 89)

Ознака екстер'єру	$\bar{x} \pm S.E.$	$C_v, \%$
Висота	4,83 $\pm$ 0,198	38,6
Ширина грудей	5,39 $\pm$ 0,117	20,5
Глибина грудей	7,58 $\pm$ 0,086	10,7
Молочний тип (кутастість)	5,85 $\pm$ 0,139	22,4
Нахил задуги	6,25 $\pm$ 0,122	18,4
Ширина задуги	7,18 $\pm$ 0,112	14,8
Кут тазових кінцівок	4,80 $\pm$ 0,114	22,5
Постава тазових кінцівок	4,71 $\pm$ 0,110	22,0
Кут ратиці	4,73 $\pm$ 0,116	23,1
Переднє прикріплення вим'я	4,37 $\pm$ 0,075	16,3
Заднє прикріплення вим'я	5,45 $\pm$ 0,181	31,4
Центральна зв'язка	6,15 $\pm$ 0,135	20,7
Глибина вим'я	4,65 $\pm$ 0,161	32,6
Розташування передніх дійок	5,39 $\pm$ 0,179	31,3
Розташування задніх дійок	4,76 $\pm$ 0,127	25,1
Довжина дійок	5,65 $\pm$ 0,095	15,8
Вгодованість	4,99 $\pm$ 0,115	21,8

Слід зазначити, що за загальної доброї оцінки екстер'єру досліджених корів зустрічаються тварини низького росту (висота в крижах 134–136 см), з дуже широким тазом, прямою поставою тазових кінцівок і помітним їх розметом (зближені у скакальних суглобах), гострим кутом ратиці, слабким переднім прикріпленням вим'я та низько розміщеним вим'ям і зближеними передніми дійками.

Ступінь розвитку досліджених описових ознак екстер'єру первісток засвідчує їх внутрішньостадну мінливість. Мінливість ознак екстер'єру варіює від 10,7 (глибина грудей) до 38,6 % (висота). Крім висоти, значною мінливістю характеризуються кутастість (22,4%), кут тазових кінцівок (22,5 %), вгодованість (21,8 %), а також ознаки, які описують вим'я: заднє прикріплення вим'я (31,4 %), глибина вим'я (32,6 %) та розташування передніх і задніх дійок (31,3 і 25,1 %, відповідно). Висока мінливість описових ознак екстер'єру свідчить про можливість проведення ефективного відбору за ними.

Аналіз лінійної класифікації екстер'єрного типу корів залежно від типу конституції (за Черненком) засвідчує, що для тварин великооб'ємного типу, порівняно з малооб'ємним, характерний більший ріст (+0,8 балів), ширина грудей (+1,7), глибина грудей (+0,8), ширина задуги (+0,5), вони мають кращу поставу тазових кінцівок (+0,8, $P < 0,05$), переднє і заднє прикріплення вим'я (+0,4, $P < 0,05$; +0,9, відповідно), сильнішу центральну зв'язку (+0,8, $P < 0,05$) та довші дійки (+0,5 балів) (табл. 2).

У корів малооб'ємного типу конституції спостерігали глибше вим'я (+1,1 бали, $P < 0,05$) і вищу вгодованість (+0,7, $P < 0,05$). Корови середньооб'ємного типу конституції займають зазвичай проміжне положення між мало- і великооб'ємними типами за розвитком описових ознак екстер'єру.

Отже, вищі значення описових ознак екстер'єру характерні для корів великооб'ємного типу конституції, які характеризуються середнім ростом, добре розвиненими грудьми, широким задом, бажаною постановою тазових кінцівок, а також кращим прикріпленням вим'я і сильною центральною зв'язкою.

Оцінивши описові ознаки екстер'єру залежно від типу конституції корів за Колесником [18], було встановлено, що первістки рихлого типу порівняно зі щільним є вищими (+0,6 балів), мають ширші і глибші груди (+1,3, $P < 0,001$; +0,5, $P < 0,01$), ширший зад (+0,3), кращу поставу

тазових кінцівок (+0,4, $P < 0,05$), міцніше заднє прикріплення вим'я (+0,3), а також для них характерна вища вгодованість (+0,5) (табл. 3).

Таблиця 2 – Лінійна класифікація екстер'єрного типу первісток різних типів конституції за Черненком [19], $x \pm S.E.$

Ознака екстер'єру	Тип конституції		
	малооб'ємний (n = 24)	середньооб'ємний (n = 45)	великооб'ємний (n = 20)
Висота	4,5±0,36	4,8±0,26	5,3±0,44
Ширина грудей	4,5±0,20	5,5±0,13	6,2±0,21
Глибина грудей	7,3±0,17	7,5±0,11	8,1±0,14
Молочний тип (кутастість)	5,9±0,28	5,9±0,18	5,7±0,28
Нахил задуги	6,3±0,25	6,2±0,16	6,4±0,22
Ширина задуги	6,9±0,19	7,2±0,16	7,4±0,21
Кут тазових кінцівок	4,9±0,22	4,7±0,14	4,9±0,28
Постава тазових кінцівок	4,4±0,21	4,6±0,14	5,2±0,21*
Кут ратиці	4,7±0,26	4,7±0,12	4,8±0,28
Переднє прикріплення вим'я	4,4±0,10	4,2±0,09	4,8±0,19*
Заднє прикріплення вим'я	5,2±0,36	5,3±0,24	6,1±0,31
Центральна зв'язка	5,8±0,23	6,1±0,19	6,6±0,23*
Глибина вим'я	5,10,33*	4,7±0,21	4,0±0,26
Розташування передніх дійок	5,3±0,36	5,5±0,23*	5,4±0,36
Розташування задніх дійок	4,7±0,21	4,7±0,19	4,9±0,23
Довжина дійок	5,3±0,21	5,8±0,12	5,8±0,13
Вгодованість	5,5±0,20*	4,8±0,22	4,8±0,25

Примітка: Р порівняно з найнижчим значенням.

Таблиця 3 – Лінійна класифікація екстер'єрного типу первісток різних типів конституції за Колесником [18], $x \pm S.E.$

Ознака екстер'єру	Тип конституції					
	за індексом масивності		за індексом костистості		за індексами широкогрудості і широкозадості	
	рихлий (n = 49)	щільний (n = 40)	ніжний (n = 48)	грубий (n = 41)	вузькотілий (n = 38)	широко-тілий (n = 51)
Висота	5,1±0,28	4,5±0,28	5,5±0,26***	4,0±0,26	5,0±0,34	4,7±0,24
Ширина грудей	6,0±0,13***	4,7±0,15	5,3±0,17	5,5±0,16	5,2±0,19	5,6±0,15
Глибина грудей	7,8±0,12**	7,3±0,12	7,7±0,12	7,4±0,12	7,7±0,13	7,5±0,11
Молочний тип (кутастість)	5,7±0,20	6,1±0,19	6,0±0,19	5,7±0,21	5,5±0,22	6,1±0,17*
Нахил задуги	6,3±0,15	6,2±0,20	6,2±0,18	6,3±0,16	6,3±0,19	6,2±0,16
Ширина задуги	7,3±0,16	7,0±0,16	7,6±0,12***	6,7±0,17	7,0±0,20	7,3±0,13
Кут тазових кінцівок	4,6±0,15	5,0±0,17	4,9±0,16	4,7±0,17	4,8±0,18	4,8±0,15
Постава тазових кінцівок	4,9±0,14*	4,5±0,17	4,7±0,15	4,7±0,17	4,6±0,19	4,8±0,13
Кут ратиці	4,7±0,15	4,8±0,19	4,7±0,17	4,8±0,16	4,7±0,18	4,8±0,16
Переднє прикріплення вим'я	4,4±0,12	4,3±0,09	4,3±0,11	4,4±0,11	4,3±0,12	4,5±0,10
Заднє прикріплення вим'я	5,6±0,22	5,3±0,31	5,3±0,24	5,6±0,29	5,7±0,30	5,2±0,23
Центральна зв'язка	6,3±0,18	6,0±0,21	6,2±0,19	6,1±0,20	6,1±0,21	6,2±0,18
Глибина вим'я	4,4±0,21	4,9±0,24	4,8±0,23	4,5±0,22	4,6±0,25	4,7±0,21
Розташування передніх дійок	5,3±0,24	5,6±0,27	5,2±0,25	5,7±0,26	5,3±0,28	5,5±0,24
Розташування задніх дійок	4,8±0,17	4,8±0,20	4,8±0,17	4,7±0,19	4,9±0,19	4,6±0,17
Довжина дійок	5,8±0,13	5,5±0,14	5,7±0,13	5,6±0,14	5,6±0,16	5,7±0,11
Вгодованість	4,7±0,17	5,2±0,20	5,0±0,08	4,9±0,20	4,9±0,19	5,1±0,17

Примітка: Р порівняно з найнижчим значенням у межах індексу.

Корови щільного типу конституції мають краще виражений молочний тип (+0,4), глибше вим'я (+0,5) та дещо зближені передні дійки (+0,3 бали).

Корови ніжного типу конституції, порівняно з грубим, характеризуються вищим ростом (+1,5 балів, $P < 0,001$), глибшими грудьми (+0,3), ширшим задом (+0,9, $P < 0,001$), краще вираже-

ним молочним типом (+0,3) і глибшим вим'ям (+0,3). Корови широкотілого типу конституції прогнозовано більш широкогруді (+0,4) і широкозаді (+0,3) порівняно з вузькотілим типом, а також мають краще виражений молочний тип (+0,6 балів, $P<0,05$).

Сила і напрямок зв'язку між типами конституції первісток та лінійною класифікацією їх екстер'єру залежить від типу конституції тварин та ознаки екстер'єру, кореляція варіює від -0,70 до 0,58 (табл. 4).

Конституція корів мало-, середньо- та великооб'ємного типів (за Черненком) має сильний зв'язок з шириною (0,58, $P<0,001$) і глибиною грудей (0,48, $P<0,001$), середній за силою зв'язок – з поставою задніх кінцівок (0,30, $P<0,01$), центральною зв'язкою (0,26, $P<0,01$), довжиною дійок (0,25, $P<0,01$) та глибиною вим'я (-0,22, $P<0,05$). Суттєву кореляцію корови цих типів конституції показали також з висотою (0,17) і шириною заду (0,19).

Встановлено, що зв'язок між типами конституції рихлий-щільний, ніжний-грубий та описовими ознаками екстер'єру у більшості випадків від'ємний. Достовірну кореляцію у тварин рихлого і щільного типів конституції спостерігали з наступними ознаками екстер'єру: висота (-0,28, $P<0,01$), ширина грудей (-0,70, $P<0,001$), глибина грудей (-0,38, $P<0,001$) і постава тазових кінцівок (-0,23, $P<0,05$); у тварин ніжного і грубого типів – з висотою (-0,51, $P<0,001$), шириною заду (-0,35, $P<0,001$), глибиною вим'я (-0,27, $P<0,01$), кутастистю (-0,22, $P<0,05$) і заднім прикріпленням вим'я (0,20, $P<0,05$). Вузько- і широкотілий типи конституції корів, як правило, мають слабкий зв'язок з описовими ознаками екстер'єру, який є достовірним лише з шириною грудей (0,30, $P<0,01$) і шириною заду (0,23, $P<0,05$).

Таблиця 4 – Зв'язок типу конституції корів з лінійною класифікацією їх екстер'єрного типу, $r \pm m$.

Ознака екстер'єру	Тип конституції			
	мало-,середньо-, великооб'ємний	рихлий-щільний	ніжний-грубий	вузько- і широкотілий
Висота	0,17±0,098	-0,28±0,091**	-0,51±0,075***	-0,09±0,102
Ширина грудей	0,58±0,069***	-0,70±0,059***	-0,02±0,106	0,30±0,090**
Глибина грудей	0,48±0,077***	-0,38±0,084***	-0,15±0,099	0,05±0,104
Молочний тип (кутастість)	-0,08±0,103	0,12±0,100	-0,22±0,095*	0,09±0,102
Нахил заду	0,11±0,101	-0,11±0,101	-0,03±0,105	0,09±0,102
Ширина заду	0,19±0,096	-0,16±0,098	-0,35±0,086***	0,23±0,094*
Кут тазових кінцівок	0,04±0,105	0,09±0,102	-0,08±0,103	0,03±0,105
Постава тазових кінцівок	0,30±0,090**	-0,23±0,094*	-0,06±0,104	0,16±0,098
Кут ратиці	0,10±0,102	0,04±0,105	-0,03±0,105	0,09±0,102
Переднє прикріплення вим'я	0,11±0,101	-0,06±0,104	0,05±0,104	0,09±0,102
Заднє прикріплення вим'я	0,13±0,100	-0,11±0,101	0,20±0,096*	-0,15±0,099
Центральна зв'язка	0,26±0,092**	-0,15±0,099	0,00	0,15±0,099
Глибина вим'я	-0,22±0,095*	0,17±0,098	-0,27±0,092**	0,00
Розташування передніх дійок	0,02±0,106	0,05±0,104	-0,02±0,106	0,01±0,114
Розташування задніх дійок	-0,03±0,105	0,00	-0,05±0,104	-0,18±0,097
Довжина дійок	0,25±0,093**	-0,17±0,098	-0,04±0,105	0,04±0,105
Вгодваність	0,09±0,102	-0,03±0,105	-0,03±0,105	0,04±0,105

Незалежно від типу конституції корів, спостерігали слабкий зв'язок з нахилом заду, кутом тазових кінцівок, кутом ратиці, переднім прикріпленням вим'я, розташуванням передніх і задніх дійок та вгодваністю.

Результати однофакторного дисперсійного аналізу підтвердили існування взаємозв'язку між типами конституції корів і описовими ознаками екстер'єру. Сила впливу мало-, середньо- та великооб'ємного типів конституції варіює від 0,5 (розташування задніх дійок) до 46,2 % (ширина грудей), рихлого і щільного – від 0,2 (глибина вим'я) до 54,1 % (ширина грудей), ніжного і грубого – від 0,8 (розташування передніх дійок) до 46,3 % (висота), вузько- і широкотілого типів конституції – від 0,9 (кут тазових кінцівок) до 32,1 % (ширина грудей) (табл. 5).

Встановлено, що від способу класифікації типу конституції залежить сила її впливу на описові ознаки екстер'єру. Найсильніший вплив спостерігали за класифікацією Черненка [19],

зокрема за наступними ознаками екстер'єру: висота, ширина і глибина грудей, ширина заду, постава тазових кінцівок, заднє прикріплення вим'я, центральна зв'язка глибина вим'я та довжина дійок ($\eta^2_x=15,1-46,2\%$). За класифікацією типів конституції Колесника [18] сила впливу за більшістю ознак була слабшою. Рихлий і щільний типи конституції суттєво впливають на висоту, ширину і глибину грудей, ширину заду і поставу тазових кінцівок ($\eta^2_x=14,6-46,3\%$), вузькотілий і широкотілий типи конституції – на ширину грудей і заду, а також поставу тазових кінцівок ($\eta^2_x=18,0-32,5\%$). Слід зазначити, що класифікація типів конституції на рихлий і щільний типи не впливає на розташування задніх дійок ($\eta^2_x=0,00\%$), ніжний і грубий типи – на центральну зв'язку, вузько- і широкотілий типи – на глибину вим'я і розташування передніх дійок.

Таблиця 5 – Сила впливу типу конституції корів на лінійну класифікацію їх екстер'єрного типу

Ознака екстер'єру	Тип конституції							
	мало-, середньо-, великооб'ємний		рихлий-щільний		ніжний-грубий		вузько- і широкотілий	
	$\eta^2_x, \%$	F_x	$\eta^2_x, \%$	F_x	$\eta^2_x, \%$	F_x	$\eta^2_x, \%$	F_x
Висота	28,9	1,70	30,2	2,28	46,3	3,12	6,3	0,54
Ширина грудей	46,2	2,15	54,1	4,77*	1,5	0,11	32,1	2,00
Глибина грудей	43,3	2,28	29,5	3,10	11,4	1,32	3,2	0,17
Молочний тип (кутастість)	3,5	0,80	8,3	1,42	19,7	2,80	5,4	0,50
Нахил заду	2,8	0,46	4,2	0,30	1,1	0,21	3,7	0,64
Ширина заду	21,7	2,15	14,4	1,85	37,8	4,11*	22,6	2,79
Кут тазових кінцівок	0,8	0,24	4,1	0,25	2,7	0,92	0,9	0,06
Постава тазових кінцівок	33,0	1,32	21,7	1,95	2,2	0,08	18,0	1,76
Кут ратиці	1,8	0,36	1,7	0,18	2,1	0,37	3,0	0,21
Переднє прикріплення вим'я	12,8	1,80	2,0	0,27	1,4	0,20	2,7	0,18
Заднє прикріплення вим'я	15,1	1,27	7,2	0,85	14,6	1,52	11,4	1,43
Центральна зв'язка	30,8	2,06	8,9	1,17	0,00	0,00	9,3	1,14
Глибина вим'я	29,2	1,72	0,2	0,97	25,2	2,77	0,00	0,00
Розташування передніх дійок	0,7	0,13	1,3	0,36	0,8	0,03	0,00	0,00
Розташування задніх дійок	0,5	0,27	0,00	0,00	1,7	0,04	6,5	0,62
Довжина дійок	24,8	2,23	7,0	1,19	1,4	0,10	2,5	0,74
Вгодюваність	2,1	0,40	0,9	0,07	1,0	0,06	1,8	0,20

Висновок.1. Встановлено, що первістки української чорно-рябої молочної породи СВК ім. Щорса добре розвинені, середнього росту і вгодюваності, з глибокими грудьми і широким, де-що звислим задом, мають бажаний кут тазових кінцівок і ратиці та незначний їх розміт, вим'я добре розвинене.

2. За класифікацією типів конституції Черненка [19], вищі значення описових ознак екстер'єру характерні для корів великооб'ємного типу. За класифікацією Колесника [18], вираженість описових ознак екстер'єру варіює залежно від типу конституції.

3. Найсильніша кореляція між конституцією і описовими ознаками екстер'єру корів мало-, середньо- і великооб'ємного типів спостерігається з шириною і глибиною грудей, поставою тазових кінцівок, глибиною вим'я, центральною зв'язкою і довжиною дійок ($r=-0,22-0,58$, $P<0,05-0,001$); рихлого і ніжного типів – з висотою, шириною грудей і глибиною грудей, поставою тазових кінцівок ($r=-0,70-0,23$, $P<0,05-0,001$); ніжного і грубого – з висотою, кутастістю, шириною заду, глибиною вим'я, заднім прикріпленням вим'я ($r=-0,51-0,20$, $P<0,05-0,001$); вузькотілого і широкотілого типів – з шириною грудей і заду ($r=0,23-0,30$, $P<0,05-0,01$).

4. Найсильніший вплив типів конституції корів на описові ознаки екстер'єру відмічено для тварин мало-, середньо- і великооб'ємного типів – у середньому $\eta^2_x=17,5\%$. Для корів рихлого-щільного, ніжного-грубого, вузькотілого-широкотілого типів конституції сила впливу є нижчою і становить 11,5 %, 10,0 і 7,6 % відповідно.

Перспективою наступних досліджень є вивчення типів конституції корів залежно від походження за батьком.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Miglior F., Muir B.L., Van Doormaal B.J. Select indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88. P. 1255–1263.
2. Invited review: Overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits / C. Egger-Danner et al. *Animal*. 2015. Vol. 9. P. 191–207.
3. Про племінну справу у тваринництві: Закон України від 15. 12. 1993 р. № 3691-XII. Відомості Верховної Ради України. 1994. № 2. С. 7.
4. Select mating service (SMS): heritability of traits. Holstein Association U.S.A. Inc. 2018. URL: <http://www.selectsires.com/programs/heritabilityoftraits.html?version=20180803> (дата звернення 08.02.2019).
5. Eaglen S. A. E., Coffey M.P., Woolliams J.A., Wall E. Direct and maternal genetic relationships between calving ease, gestation length, milk production, fertility, type, and lifespan of Holstein-Friesian primiparous cows. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. P. 4015–4025.
6. Gibson K. D., Dechow C.D. Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 101. № 2. P. 1251–1257.
7. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil / R.V. Campos et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28(4). P. 476–484.
8. Tapki I., Guzely Z. Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and milk production yields of Turkish Holstein dairy cows. *Greener Journal of Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 3 (11). P. 755–761.
9. Genetic association between herd survival and linear type traits in Holstein cows under tropical conditions / E. L. Kern et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2014. № 3. P. 665–672.
10. Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle / Novotný L., Frelich J., Beran J., Zavadilová L. *Czech Journal of Animal Science*. 2017. Vol. 62. P. 501–510.
11. Kern E. L., Cobuci J. A., Costa C. N., Pimentel C. M. Factor analysis of linear type traits and their relation with longevity in Brazilian Holstein cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014. Vol. 27(6). P. 784–790.
12. Kern E. L., Cobuci J. A., Costa C. N., Ducrocq V. Phenotypic relationships between type traits and productive life using apiecewise Weibull proportional hazard model. *Scientia Agricola*. 2018. Vol. 75. № 6. P. 470–478.
13. Cielava L., Jonkus D., Paura L. Effect of conformation traits on longevity of dairy cows in Latvia. *Research for rural development*. 2016. Vol. 1. P. 43–49.
14. Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein cows in Brazil / Almeida T. P. et al. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2017. Vol. 46. № 2.
15. Häggman J., Juga J. Genetic parameters for hoof disorders and feet and leg conformation traits in Finnish Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. P. 3319–3325.
16. Черненко О.М. Розробка та реалізація селекційних методів оцінки конституції і адаптаційної здатності молочної худоби : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.02.01. Миколаїв, 2016. 39 с.
17. Study on the factors in influencing cow milk production in dairy cows / C. Bidireacet al. *Lucrări Științifice, Facultate de management agricol*. 2014. seria I, Vol. XVI № 2. P. 202–205.
18. Колесник Н. Н. Методика определения типов конституции животных. *Животноводство*. 1960. № 3. С. 48–51.
19. Спосіб визначення типу конституції у корів за об'ємно-ваговим коефіцієнтом : пат. 97878 Україна : МПК A01K/00. № 11201410996 ; заяв. 08.10.14 ; опубл. 10.04.15, Бюл. № 7.
20. Ставецька Р. В., Динько Ю. П. Вплив типу конституції на розвиток вим'я і молочну продуктивність первісток української чорно-рябої молочної породи. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць БНАУ*. 2016. № 2. С. 121–128.
21. Динько Ю. П. Ріст і розвиток ремонтних телиць української чорно-рябої молочної породи різних типів конституції. *Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. зб.* 2016. Вип. 52. С. 22–31.
22. Черненко О. М. Оцінка високопродуктивних голштинських корів за екстер'єрним типом та розвитку грудного відділу. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Том 17. № 1 (61). ч. 3. С. 263–271.
23. Черненко О. М. Формування екстер'єру і конституції у корів української червоної молочної породи. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2015. № 3 (37). С. 88–90.
24. Черненко О. М. Спадкова реалізація конституційних типів корів голштинської породи в пренатальний період формування. *Науковий вісник НУБіПУ*. 2015. Вип. 5. т. 7. С. 32–36.
25. Черненко О., Гиль М. Конституція та молокопродуктивність корів української червоної молочної породи. *Тваринництво України*. 2015. № 5. С. 21–25.
26. Haile-Mariam M., Gonzalez-Recio O., Pryce J.E. Prediction of liveweight of cows from type traits and its relationship with production and fitness traits. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97. P. 3173–3189.
27. Bilal G., Cue R.I., Hayesa J.F. Genetic and phenotypic associations of type traits and body condition score with dry matter intake, milk yield, and number of breedings in first lactation Canadian Holstein cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 96(3). P. 434–447.
28. Hultdin I. Genetic correlations among longevity, claw and leg health evaluated in the Nordic countries and type traits evaluated in USA, in Holstein dairy cattle. Uppsala: Swedish university of agricultural sciences, department of animal breeding and genetics, 2018. 32 p.
29. VanRaden P.M., Cole J.B., Parker Gaddis K.L. Net merit as a measure of lifetime profit: 2018 revision. *Aip research report*, 2018. NM\$6 (2-17).
30. Holstein Association USA Inc. Linear Type Evaluations. URL: http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_linear.html (дата звернення: 08.02.2019).
31. NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation. NAV routine genetic evaluation of Dairy Cattle – data and genetic models. URL: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/General-description_from-old-homepage_06052015.pdf (дата звернення: 08.02.2019).

32. Harris R.A. Phenotypic correlations between linear type conformation traits, production and fertility in a once-a-day milked dairy cattle herd. Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2015. 108 p.
33. Черненко О. І., Черненко О. М., Дутка В. Р. Продуктивні та технологічні якості корів різних типів конституції. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2016. Т. 4. № 1. С. 290–295.
34. Лінійна класифікація корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом : методичні вказівки / Хмельничий Л. М. та ін. Вид. 2-ге, переробл. і доп. Суми: Сумський НАУ, 2016. 27 с.

REFERENCES

1. Miglior, F., Muir, B.L., VanDoormaal, B.J. (2005). Select indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* no. 88, pp. 1255–1263.
2. Egger-Danner, C., Cole, J.B., Pryce, J.E., Gengler, N., Heringstad, B., Bradley, A. (2015). Invited review: Overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. *Animal*. no. 9, pp. 191–207.
3. Закон України Про плеminусправу у тваринництві: прийнятий 15.12. 1993 року № 3691-XII [Law of Ukraine on breeding business in animal husbandry from December 15 1993]. (1993). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of Verkhovna Rada of Ukraine]. 2, 7 p.
4. Select mating service (SMS): heritability of traits / Holstein Association U.S.A. Inc. (2018). Available at: <http://www.selectsires.com/programs/heritabilityoftraits.html?version=20180803>
5. Eaglen, S. A. E., Coffey, M.P., Woolliams, J.A., Wall, E. (2013). Direct and maternal genetic relationships between calving ease, gestation length, milk production, fertility, type, and lifespan of Holstein-Friesian primiparous cows. *J. Dairy Sci.* no. 96 (6), pp. 4015–4025.
6. Gibson, K.D., Dechow, C.D. (2017). Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. *J. Dairy Sci.* no. 101 (2), pp. 1251–1257.
7. Campos, R. V., Cobuci, J. A., Kern, E. L., Costa, C. N., McManus, C. M. (2015). Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian-Australas J Anim. Sci.* no. 28(4), pp. 476–484.
8. Tapki, I., Guzey, Y.Z. (2013). Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and milk production yields of Turkish Holstein dairy cows. *Greener J of Agricult. Sci.* no. 3 (11), pp. 755–761.
9. Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., McManus, C. M., Campos, G. S., Almeida, T. P. (2014). Genetic association between herd survival and linear type traits in Holstein cows under tropical conditions. *Italian J of Anim. Sci.* no. 13 (3), pp. 665–672.
10. Novotný, L., Frelich, J., Beran, J., Zavadilová L. (2017). Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle. *Czech J. Anim. Sci.* no. 62, pp. 501–510.
11. Kern, E.L., Cobuci, J.A., Costa, C.N., Pimentel, C.M. (2014). Factor analysis of linear type traits and their relation with longevity in Brazilian Holstein cattle. *Asian-Australas J Anim Sci.* no. 27(6), pp. 784–790.
12. Kern, E.L., Cobuci, J.A., Costa, C.N., Ducrocq V. (2018). Phenotypic relationships between type traits and productive life using apiecewise Weibull proportional hazard model. *Sci. Agric.*, no. 75 (6), pp. 470–478.
13. Cielava, L., Jonkus, D., Paura, L. (2016). Effect of conformation traits on longevity of dairy cows in Latvia. *Research for rural development*. no. 1, pp. 43–49.
14. Almeida, T. P., Kern, E.L., Daltro, D. dos S., Neto, J.B., McManus, C., Neto, A.T. (2017). Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein cows in Brazil. *R. Bras. Zootec.*, no. 46 (2).
15. Häggman, J., Juga, J. (2013). Genetic parameters for hoof disorders and feet and leg conformation traits in Finnish Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.* no. 96, pp. 3319–3325.
16. Chernenko, O.M. (2016). Rozrobka ta realizatsiia selektsiinykh metodiv otsinky konstytutsii i adaptatsiinoizdatnostimolochnoikhudoby [Development and implementation of breeding methods for assessing the constitution and adaptive capacity of dairy cattle]. Extended abstract of Doctor's thesis. Sumy: Mykolaiv: MNAU.
17. Bidireac, C., Etroman, C., Stefanovic, M., Petroman, I., Marin, D. (2014). Study on the factors influencing cow milk production in dairy cows. *Lucrări Științifice, Facultatea de management agricol, Seria I. Vol. XVI*, no. 2, pp. 202–205.
18. Kolesnik, N.N. (1960). Metodika opredeleniya tipov konstitutsii zhivotnykh [Method of determining the types of the constitution of animals]. *Zhivotnovodstvo* [Livestock]. no. 3, pp. 48–51.
19. Chernenko, O. M. (2015). Sposib vyznachennja typu konstytutsii u koriv za ob'jemno-vagovym koefitsijentom [Method of determining the type of constitution cows for body-weight ratio]. Patent RF, no. 11201410996.
20. Stavetska, R.V., Dynko, Yu.P. (2016). Vplyv typu konstytutsii na rozvytok vymia i molochnu produktyvnist pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of the constitution type on the development of udder and milk productivity of firstborns of the Ukrainian black-and-white dairy breed]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva: zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu* [Animal husbandry products production and processing: bulletin of Bila Tserkva National Agrarian University]. Bila Tserkva, no. 2, pp. 121–128.
21. Dynko, Yu.P. (2016). Rist i rozvytok remontnykh telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh typiv-konstytutsii [Growth and development of repair heifers of Ukrainian black-and-white dairy breed of different types of constitution]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn: mizhvidomchy tematychnyi zbirnyk* [Animal breeding and genetics: interdepartmental thematic scientific digest]. no. 52, pp. 22–31.
22. Chernenko, O.M. (2015). Otsinka vysokoproduktyvnykh holshtynskykh koriv za eksteriernym typom ta rozvytkuhrudnogo viddilu [Assessment highly Holstein cows exterior type thoracic and development]. *Naukovyivisnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzytskoho* [Scientific bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named. S. Z. Gzhytsky]. Lviv, no. 17, no. 1 (61), Part 3, pp. 263–271.
23. Chernenko, O.M. (2015). Formuvannia eksterieru i konstytutsii u koriv ukrainskoi chervonoj molochnoi porody [Formation of the exterior and the constitution of the cows of the Ukrainian red dairy breed]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahraryno-ekonomichnoho universytetu* [Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Dnipropetrovsk, no. 3 (37), pp. 88–90.

24. Chernenko, O.M. (2015). Spadkova realizatsiia konstyutitsiinykh typiv koriv holshtynskoi porody v prenatalnyi period formuvannia [Hereditary realization of constitutional types of Holstein cows in the period of prenatal formation]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy [Scientific bulletin of the National university of life and environmental sciences of Ukraine]. Kyiv, no. 5 (7), pp. 32–36.
25. Chernenko, O., Gill, M. (2015). Konstytutsiia ta molokoproduktyvnist koriv ukrainskoi chervonoj molochnoi porody [Constitution and milk productivity of Ukrainian red dairy cows]. Tvarynytstvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]. no. 5, pp. 21–25.
26. Haile-Mariam, M., Gonzalez-Recio, O., Pryce, J.E. (2014). Prediction of liveweight of cows from type traits and its relationship with production and fitness traits. J. Dairy Sci. no. 97, pp. 3173–3189.
27. Bilal, G., Cueva, R.I., Hayesa, J.F. (2016). Genetic and phenotypic associations of type traits and body condition score with dry matter intake, milk yield, and number of breedings in first lactation Canadian Holstein cows. Canadian J of Anim. Sci. no. 96(3), pp. 434–447.
28. Hultdin, I. (2018). Genetic correlations among longevity, claw and leg health evaluated in the Nordic countries and type traits evaluated in USA, in Holstein dairy cattle. Uppsala: Swedish university of agricultural sciences, department of animal breeding and genetics. 32 p.
29. VanRaden, P.M., Cole, J.B., Parker Gaddis, K.L. (2018). Net merit as a measure of lifetime profit: 2018 revision. Aip research report, NM\$6 (2-17).
30. Holstein Association USA Inc. Linear Type Evaluations (2016). Available at: http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_linear.html
31. NAV –Nordic Cattle Genetic Evaluation. NAV routine genetic evaluation of Dairy Cattle –data and genetic models (2013). Available at: http://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2015/04/General-description_from-old-homepage_06052015.pdf
32. Harris, R.A. (2015). Phenotypic correlations between linear type conformation traits, production and fertility in a once-a-day milked dairy cattle herd. Massey University, Palmerston North, New Zealand, 108 p.
33. Chernenko, O.I., Chernenko, O.M., Dutka, V.R. (2016). Produktivni ta tekhnolohichni yakosti koriv riznykh typiv-konstyutitsii [Productive and technological characteristics of cows of different types of constitution]. Naukovo-tekhichniy biuleten naukovo-doslidnoho tsentru biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv ahropromyslovoho kompleksu [Scientific and technical bulletin of the research center of biosafety and ecological control of the resources of the agro-industrial complex]. no. 4 (1), pp. 290–295.
34. Khmelnychi, L. M., Ladyka, V. I., Polupan, Yu. P., Bratushka, R. V., Pryima, S. V., Vechorka, V. V. (2016). Liniina klasyfikatsiia koriv molochnykh i molochno-miasnykh porid za typom: metodychni vkazivky [Linear classification of cows of dairy and dairy-meat breeds by type: methodical instructions]. 2-vyd., pererobl. i dop. [2-nd edition, revised and supplemented]. Sumy: Sumy national agrarian university, 27 p.

Линейная классификация экстерьерного типа первотелок украинской черно-пестрой молочной породы в зависимости от типа конституции

Ставецкая Р.В., Дынько Ю.П., Буштрук М.В., Старостенко И.С., Бабенко Е.И., Клопенко Н.И.

Експериментально доказано, что сила и направление связи между линейной классификацией экстерьерного типа коров украинской черно-пестрой молочной породы и их конституцией зависит от типа конституции и признака экстерьера. Мало-, средне- и крупнообъемный типы конституции (по Черненко) достоверно коррелируют с шириной ($r=0,58$) и глубиной груди ($r=0,48$), постановкой ног – вид сзади ($r=0,30$), центральной связкой ($r=0,28$), глубиной вымени ($r=-0,22$) и длиной сосков ($r=0,25$), $P<0,01-0,001$. Рыхлый и плотный типы конституции (по Колеснику) достаточно сильно связаны с высотой ($r=-0,28$), шириной груди ($r=-0,70$), глубиной груди ($r=-0,38$), а также с постановкой ног – вид сзади ($r=-0,23$), $P<0,05-0,001$; нежный и грубый типы – с высотой ($r=-0,51$), молочным типом ($r=-0,22$), шириной таза ($r=-0,35$), глубиной вымени ($r=-0,27$) и прикреплением задних долей вымени ($r=0,20$), $P<0,05-0,001$; узкотелый и широкотелый типы конституции – с шириной груди ($r=0,30$) и шириной таза ($r=0,23$), $P<0,05-0,01$.

Линейная классификация экстерьера коров в зависимости от типа конституции, сила и направление связи между типами конституции и описательными признаками экстерьера показали, что наиболее информативной является классификация конституции коров на мало-, средне- и крупнообъемный типы по Черненко – в среднем $\eta^2_x=17,5\%$, наименее информативной – на узкотелый и широкотелый типы по Н.И. Колеснику – $\eta^2_x=7,6\%$. Классификация коров на рыхлый-плотный и нежный-грубый типы конституции (по Колеснику) по информативности и достоверности занимают промежуточное положение – в среднем $\eta^2_x=10,0-11,5\%$.

Сильнее всего на тип конституции влияют высота коров ($\eta^2_x=27,9\%$ в среднем по всем исследованным типам конституции), ширина груди ($\eta^2_x=33,5\%$), глубина груди ($\eta^2_x=21,8\%$), ширина таза ($\eta^2_x=24,1\%$) и постановка ног – вид сзади ($\eta^2_x=18,7\%$).

Ключевые слова: коровы, линейная классификация экстерьерного типа, конституция, корреляция, сила влияния.

Linear type trait evaluation of firstborns of Ukrainian Black-and-White Dairy breed depending on the body build **Stavetska R., Dynko Yu., Bushtruk M., Starostenko I., Babenko O., Klopenko N.**

It has been experimentally proven that the strength and direction of the connection between the linear type traits evaluation of the Ukrainian black-and-white dairy breed cows and their body build depends on the type of the build and the sign of the exterior.

The study was conducted in 2018 on a breeding plant of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed SPC named Shchorsa in Kiev region ($n=89$). Differentiation of cows on types of their body build was conducted by the method proposed by Chernenko (low-capacity, mid-capacity and high-capacity types) and Kolesnik (by the massiveness index – on the friable and dense, the bone index – delicate and rough, the wide-breast and wide-rump indices – on narrow-body and wide-body types).

It was found that the cow-heifers were well-developed, had intermediate stature and optimum body condition score, deep body, and wide, slight slope rump. They also had desirable rear legs, set and foot angle but some toe-out, the udder was well-

balanced. Under the good total score of the exterior of studied cows there were some animals with short stature (134–136 cm), very wide rump, straight rear legs side view and toe-out, extremely steep foot angle, loose fore udder attachment, deep udder below hocks and front teat placement inside of quarter.

The degree of development of the studied linear traits of cow-heifers confirms their in-herd variability. The variability of the exterior traits varies from 10,7 % (body depth) to 38,6 % (stature). In addition to the stature of a significant variability was characterized of angularity (22,4 %), rear legs set (22,5 %), body condition score (21,8 %), as well as traits that describe udder: rear udder attachment (31,4 %), udder depth (32,6 %) and front and rear teat position (31,3 % and 25,1 %, respectively). The high variability of linear traits indicates the possibility of effective their selection.

As a result of the research, it has been established that the strength and direction of the correlations between the linear type traits evaluation of Ukrainian Black-and-White Dairy breed cows and the type of their body build depends on the type of the body build and the linear trait. The low-, mid- and high-capacity bodies build types (according to Chernenko) reliably correlate with chest width ($r=0,58$) and body depth ($r=0,48$), rear legs rear view ($r=0,30$), the central ligament ($r=0,28$), udder depth ($r=-0,22$) and teat length ($r=0,25$), $P<0,01-0,001$. Friable and dense bodies build (according to Kolesnik) were most strongly associated with stature ($r=-0,28$), chest width ($r=-0,70$), and body depth ($r=-0,38$), as well as with rear legs rear view ($r=-0,23$), $P<0,05...0,001$; delicate and rough bodies build – with stature ($r=-0,51$), angularity ($r=-0,22$), rump width ($r=-0,35$), udder depth ($r=-0,27$) and rear udder attachment ($r=0,20$), $P<0,05-0,001$; narrow-body and wide-body types – with chest width ($r=0,30$) and rump width ($r=0,23$), $P<0,05-0,01$.

Linear type trait evaluation of cows depends on the body build. The strength and direction of the correlations between types of body build and linear traits showed that the most informative is the classification of the body build by low-, mid- and high-capacity according to Chernenko – on the average $\eta^2_x=17,5$ %. The less informative – by narrow-body and wide-body types according to Kolesnik – $\eta^2_x=7,6$ %. The classification of cows on delicate-rough, narrow-body and wide-body types (according to Kolesnik) according to informativeness and reliability can have the intermediate position – $\eta^2_x=10,0-11,5$ %.

The strongest influence on the body build has the cows' height ($\eta^2_x=27,9$ % on average for all studied types of body build), chest width ($\eta^2_x=33,5$ %), body depth ($\eta^2_x=21,8$ %), rump width ($\eta^2_x=24,1$ %) and rear legs ($\eta^2_x=18,7$ %).

Key words: cows, linear type trait evaluation, body build, correlation, power of influence.

Надійшла 19.03.2019 р.

UDC 636.92.087.7:637.5

**FEDORCHENKO M.M.
BONDARENKO L.V.***Bila Tserkva National Agrarian University*
cezarfam@ukr.net**INFLUENCE OF VITAMIN-MINERAL SUPPLEMENT ON GROWTH INTENSITY
AND SLAUGHTER INDICATORS OF RABBITS**

There was studied the influence of vitamin-mineral supplement of Tekrou firm, that contain a number of macro-elements, trace elements, vitamins, amino acids, in the amount of 0.35 g per 100 g of fodder on growth and development of the New Zealand rabbits breed of 45-, 60-, 75- and 90- days old. In order to evaluate the influence of vitamin and mineral supplements on the rabbits organism, we used zoo-technical methods of research (live weight, absolute, relative and average daily gain, slaughter quality of rabbits) and statistical methods. There was conducted a comparative analysis of the positive gain dynamics and live weight of experimental rabbits under the influence of vitamin and mineral supplements.

There were established group differences in pre-slaughter weight and weight of carcasses in rabbits that consumed different doses of vitamin and mineral supplements. The 90 days old rabbits increased body mass index by 8.89%, under the influence of vitamin and mineral supplements, which exceeded the indicators of control group animals. In addition, we determined the mass metric indices of the carcasses and internal organs of 45-, 60-, 75- and 90- days old rabbits after slaughter. The obtained data on the organism growth, the mass metric indices of the carcasses and the internal organs of the experimental groups rabbits after slaughter can testify to the positive influence of vitamin-mineral supplements on the intensity of the organism development and some internal organs, which contributes to the increased flow of metabolic processes and building of a greater body mass in experimental animal groups. Feeding experimental groups rabbits of New Zealand breed with vitamin and mineral supplements for 45 days contributed to a better transformation of food nutrients into products.

It was recorded that the vitamin-mineral supplement use in the ration of New Zealand rabbits increases the intensity of body growth during 45 days and provides the opportunity for a better transformation of fodder nutrients into products, in order to increase the body weight of animals.

Key words: rabbits, vitamin-mineral supplement, body weight, mass of internal organs, gain, absolute gain, average daily gain, rabbit carcass, internal organs, slaughter output.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-35-42

Formulation of the problem. One of the main tasks of the animal husbandry is the population supply with food of animal origin. The rabbit industry plays a special role in the supplying with high quality products due to rabbit biological characteristics such as growing speed, high fodder conversion and breeding power.

The rabbit feeding involves a complex of mechanical, chemical and microbiological processes that participate in the sequential splitting, absorption and use of fodder nutrients and they are characterized by certain age peculiarities [1, 2].

The digestion of fodder starts in the oral cavity. The fodder starch splits into glucose and it is absorbed by the oral mucosa, due to four saliva gland pairs, which produce a diastatic enzyme [3, 4].

Different parts of the young rabbit digestive system develop gradually. It has been established that the formation completion of the digestive channel for plant fodder consumption occurs when they are three month-old [5, 6].

A distinctive feature of the rabbit feeding is the food frequent consumption in small portions. If there is a free access to food, in average the adult rabbits eat 25–30 times a day. The eating duration takes them 5–10 minutes. The young rabbits eat fodder more often, due to the anatomical, physiological and age-related features of the structure and function of the digestive canal. In particular, the feeding intakes 50–60 times a day, when they are one month-old weans. But the frequency reduces when they become adult (3.5 month-old rabbits) [7–9].

Growth and development of rabbits has age and breed peculiarities. The young rabbits during the first five months, with optimal nutrition, are characterized by the intense growth by seven months [10–13].

Since early age the imbalance diet with vital nutrient content leads to dysbolism and irreversible processes, which further influence the rabbit organism growth and development and the internal organ formation [14–17].

In the rabbit industry, the high profitability can be achieved by properly organized, completed and balanced feeding. The introduction of biological additives, minerals and trace elements can be normalized by the energy content and proteins as well [18–23].

As for the micronutrients and macro elements that are needed for the rabbit organism, the amount of data is insignificant, so this question needs to be studied in more detail.

Analysis of recent research. From domestic and foreign literary sources it is known that the lack of trace elements and macro elements in the farm animals diet indicates a delay in the organism growth and development, a decrease in the immune-biological reactivity of the organism and a decrease in the life expectancy [24–27]. According to some authors, it is noted that the application effectiveness of macro- and microelements in the mammalian diet is not sufficiently studied, and the obtained experimental data are often contradictory and ambiguous [28]. Thus, a number of national authors write that vegetative fodder, which traditionally is the main component of rabbit rations, contain insufficient amount of micronutrient such as selenium [29].

The aim of the study. The purpose of this work is to study the effects of various doses of vitamin and mineral supplements in rabbit feeding of different age on their body growth and development intensity.

Material and methods of research. This research was carried out on the New Zealand breed female rabbits in the breeding farm “Gregut” Ltd., in Kozhanka village of Fastiv district, Kyiv region. On the principle of analogues there were formed with four female groups (one control and three experimental), with 60 animals in each. Rabbits of the control group fed with the standard granulated feed, and the 2nd, 3rd, 4th experimental groups – with the same feed with different doses of vitamin and mineral additives of the Tekro company. Thus, the 2nd experimental group received 3.2 g, the 3rd – 3.5 g, the 4th – 3.0 hp per 1 kg of feed. Rabbits were kept in cages, access to feed and water was unlimited. Animals were formed into groups of 45 day old. In the experimental period, every 15 days, by the 45-th, the 60-th, the 75-th and 90-th day they were monitored for growth and development by weighing the control and experimental groups of rabbits with the evaluation of body mass index and average daily gain. During the experiment, the control and experimental animals were slaughtered and evaluated by the mass metric indices of carcasses and internal organs.

Main results of the study. It was found that the rabbit weight varied in experimental groups in comparison with the control ones, depending on mixed fodders feeding with the use of different doses of vitamin and mineral additives. This provided a different increase in the live weight of rabbits.

The research of the organism growth and development dynamics of 60 day-old rabbits showed an advantage by the intensity of animal growth in experimental groups, which diet was enriched with a vitamin-mineral additives (Table 1).

Table 1 – Dynamics of live weight ($M \pm m$; $n = 60$)

Rabbit age, Days	1 control	2 experimental	3 experimental	4 experimental
	live weight, kg	live weight, kg	live weight, kg	live weight, kg
45	1,09±0,05	1,07±0,05	1,05±0,06	1,05±0,04
60	1,58±0,13	1,61±0,12	1,65±0,10	1,60±0,13
75	2,21±0,12	2,28±0,12	2,34±0,13	2,25±0,10
90	2,70±0,05	2,88±0,12	2,94±0,16*	2,75±0,16

Thus, body weight of 60 day old rabbits in the 2nd and the 4th experimental groups was higher as compared with animals of the previous age by 50.5 % and 50.4 %, and as compared with the animals of the control group – by 1.90 % and by 1.27 %, respectively. The highest body weight value of 60 day-old rabbits was recorded in animals of the 3rd experimental group. This value was 1.57 times higher as compared with the previous animal age, and 1.04 times more in comparing with the control group, which amounted 57.14 % and 4.43 % respectively.

The 75 day old rabbits of control and experimental groups showed a tendency to increase body mass index. In particular, it was the most pronounced index comparison of the experimental and control animal groups. Thus, the experimental groups recorded that the body mass indexes in the 2nd and the 4th groups were larger by 3.17 % and by 1.81 %, respectively, as compared to the control group animals. The highest increase of body mass index as compared to the control group of animals, it was found in animals of the 3rd experimental group and it was characterized 5.88 % or 1.06 times more, respectively.

Additional use of vitamin and mineral additives in the experimental rabbit groups was positively manifested in 90 day old animals. This fact was confirmed by the body weight gain increase of exper-

imental animal groups as compared with the control one. In particular, in the 2nd and the 4th rabbit groups, the body mass indexes were 1.07 and 1.02 times higher than in the control group. Thus, in the 2nd experimental group of animals, the difference in the body mass index was higher 6.67 % times and in the 4th group 1.85 % times more, respectively. The 90 day-old rabbits of the 3rd experimental group recorded the highest body mass index, which in turn was characterized 1.02 and 1.07 times increase as compared with the 2nd and the 4th experimental animal groups. There was also body weight increase in the 3rd animal group 1,09 times as compared with the control group, which was 8.89 % times higher.

Determining the absolute growth, it was found that during the whole experiment, the highest index had rabbits of the 3rd experimental group (Table 2).

Table 2 – **Absolute growth of rabbits** ($M \pm m$; $n = 60$)

Rabbit age, Days	1 control	2 experimental	3 experimental	4 experimental
	gain, g	gain, g	gain, g	gain, g
45-60	490±8,1	540±4,0	600±4,1	550±6,2
60-75	630±10,1	670±2,0	690±3,9	650±5,6
75-90	490±5,9	600±3,0	600±6,2	500±2,0

The conducted studies showed the high rate of live weight growth dynamics of rabbits in all groups, which was confirmed by the intensive growth of the experimental indexes of daily live weight gain in the 2nd, 3rd and the 4th experimental rabbit groups in the period from 45 to 75 days. (Table 3).

Table 3 – **Average daily gain of rabbits** ($M \pm m$; $n = 60$)

Rabbit age, Days	1 control	2 experimental	3 experimental	4 experimental
	gain, kg	gain, kg	gain, kg	gain, kg
45-60	32±5,3	36±2,6	40±2,6	36±4,0
60-75	42±0,6	44±1,3	46±2,1	43±3,3
75-90	32±3,3	40±2,0	40±4,0	33±1,3

Thus, in the 2nd experimental rabbit group, the change in average daily gain was found to be 22.2 % as compared with previous figures, in the 4th experimental group 19.4 % times and in comparison with the control animal group 4.8 % and 2.38 % times more respectively. The largest average daily gain was noted in the rabbits of the 3rd experimental group. In particular, the experimental value of daily average rabbit gain of the 3rd experimental group was characterized 4.5 % times increase as compared to the 2nd experimental animal group, the increase 7.0 % times as compared to the 4th experimental animal group and increase 9.5 % times as compared with the animals from control group.

The relative gain of rabbits in all experimental groups in the period from 60 to 75 days was characterized by slight fluctuations (Table 4).

Table 4 – **Relative gain of rabbits, %** ($M \pm m$; $n = 60$)

Rabbit age, Days	1 control	2 experimental	3 experimental	4 experimental
	gain, %	gain, %	Gain, %	gain, %
45-60	44,95	50,46	57,14	52,38
60-75	39,87	41,61	41,81	40,62
75-90	22,17	26,31	25,64	22,22

The difference between the relative growth rate of young rabbits slightly decreased, due to the general decrease in the growth rate of rabbits in the final research period.

Studying the slaughter quality of rabbit carcasses in the control and experimental groups, it was indicated the most valuable parts: carcass, skin, head, brain, lungs, heart, spleen, liver, kidneys, muscles (Table 5).

It is known that rabbit's liver in relation to body weight, as compared with other farm animals, is the largest internal organ that ensures constancy of the internal environment of the organism systems. A large number of metabolic processes of biosynthesis and protein splitting occur in the liver cells, which provides the body with necessary energetic and plastic materials. Among the studied groups of

rabbits, the largest liver was observed in animals of the 3rd experimental group – with average weight of 109 g.

Table 5 – Slaughter qualities of the control and experimental rabbit groups ($M \pm m$; $n = 60$)

Age, Days	1 control	2 experimental	3 experimental	4 experimental
	90	90	90	90
before slaughter mass, g	2700,01 $\pm$ 0,05	2780,03 $\pm$ 0,12	2840,05 $\pm$ 0,60	2750,02 $\pm$ 0,16
carcass, g	1502,69 $\pm$ 54,34	1800,44 $\pm$ 47,56	1850,22 $\pm$ 47,56	1720,41 $\pm$ 47,56
skin, g	355,23 $\pm$ 25,02	372,11 $\pm$ 28,10	385,52 $\pm$ 36,15	362,36 $\pm$ 32,10
head, g	147,05 $\pm$ 5,52	148,56 $\pm$ 3,49	158,19 $\pm$ 4,55	150,68 $\pm$ 4,18
brain, g	7,61 $\pm$ 0,25	8,02 $\pm$ 0,45	8,56 $\pm$ 0,53	8,29 $\pm$ 0,39
lungs, g	13,36 $\pm$ 0,68	14,75 $\pm$ 0,70	15,90 $\pm$ 0,75	15,01 $\pm$ 0,62
heart, g	6,75 $\pm$ 0,39	7,03 $\pm$ 0,32	7,44 $\pm$ 0,46	6,92 $\pm$ 0,42
spleen, g	1,51 $\pm$ 0,06	1,78 $\pm$ 0,09	1,98 $\pm$ 0,13	1,76 $\pm$ 0,10
liver, g	77,12 $\pm$ 2,19	100,06 $\pm$ 9,67	109,02 $\pm$ 9,67	99,87 $\pm$ 8,25
kidneys, g	16,83 $\pm$ 0,55	18,02 $\pm$ 0,11	18,41 $\pm$ 0,17	17,92 $\pm$ 0,09
muscle, g	8,85 $\pm$ 0,62	9,80 $\pm$ 0,30	10,53 $\pm$ 0,38	10,05 $\pm$ 0,26
slaughter output %	55,62 $\pm$ 1,93	64,74 $\pm$ 1,56	65,14 $\pm$ 0,69	62,54 $\pm$ 1,60

There was noted higher value of rabbit carcasses in experimental groups as compared with the control one. These indicators can be explained by the positive influence of vitamin and mineral additives on metabolic processes in the rabbits of all experimental groups. The slaughter output in rabbits of the experimental groups did not change significantly and was the highest in animals of the 2nd and the 3rd groups as compared with control one.

The average value of percentage ratio of the rabbit carcass components in the 3rd experimental group was higher: fresh meat – 23.1 %, muscle – 19.3 %, skin – 8.5 %, liver – 41.4 %, kidney – 9.5 %, lungs – 19.5 %, heart – 10.4 %, spleen – 26.7 %, head – 7.5 %, brain – 11.8 % as compared to the control group indicators.

Comparative analysis of the study results of the rabbit skin mass of experimental groups showed higher mass metric indices than that of control group animals. Thus, the skin mass index of animals in the 2nd and the 4th groups was 4.8 % and 2 % times higher, respectively, as compared with the control group animals. The largest skin weight was recorded in animals of the 3rd experimental group and the difference was 8.5 % times higher than that of the control group animals.

The analysis of the mass metric indices of the slaughter output showed that the animals of the 3rd group were characterized by the highest slaughter output as compared with other groups. It was found that the highest percentage of slaughter output had rabbits of the 3rd experimental group as compared with the rest groups. In particular, the slaughter output value of the 3rd experimental group of rabbits was 2.6 % times higher than that of the 4th experimental group and it was 0.4 % times higher than in the 2nd experimental animal group and it was 9.5 % times higher than that in the control animal group.

Thus, the obtained data on the organism growth, the mass metric indices of the carcass and the internal organs of the experimental rabbit groups after slaughter can indicate the positive effect of the vitamin and mineral supplements use and the intensity of the organism and some internal organs development, which contributes the increased flow of metabolic processes and building of a greater body mass in the experimental animal groups. It is obvious that feeding the New Zealand breed rabbits of experimental groups with vitamin-mineral additives, during 45 days contributed to a better transformation of fodder nutrients into products.

Conclusion. There was found the highest body mass value, which differed 8.89 % times in comparison with the control group, in the 3rd experimental group on the 90th day.

The average daily gain in the 3-rd experimental group was 4.54 % time more than in the 2nd experimental group. It was 6.97 % times more than in the 4th experimental animal group. The increase was 9.52 % times more in comparison with the control group of animals.

The slaughter output of rabbit carcass was 2.6 % times higher in the 3rd experimental group as compared to the 4th experimental group animals, and it was 0.4 % time higher than in the 2nd experimental animal group and as compared to the control animal group – 9.5 % times more.

Thus, the use of additive in the amount of 3.5 g per 1 kg of fodder increases the growth rate of New Zealand breed rabbits during the 45th day and provides a significant increase of slaughter weight and slaughter output and gives possibility to the body of better nutrients transformation from fodder into animal products.

The further research perspective is to study the mass metric indices of different breeds of rabbits.

REFERENCES

1. Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Gidenne T. Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*. 2013. Vol. 7. No. 9. P. 1429–1439.
2. Safwat A. M., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R., Nieves D. Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits. *Trop Anim Health Prod*. 2014. Vol. 7. No. 8. P. 1193–1198.
3. Khan K., Khan S., Khan R., Sultan A., Khan N., Ahmad N. Growth performance and meat quality of rabbits under different feeding regimes. *Trop Anim Health Prod*. 2016. Vol. 48. No. 8. P. 1661–1666.
4. Oseni S.O., Lukefahr S.D. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives. *World Rabbit Sci*. 2014. Vol. 22. No. 3. P. 147–160.
5. Krempels D. Rabbit Health: Spayor Neuter My Rabbit? *Bio.Miami.edu*. Miami University College of Arts and Sciences, Department of Biology. 2015. 526 p.
6. Дармограй Л. М., Лучин І. С., Шевченко М. Є. Конверсія комбікорму та продуктивні показники молодняку кролів за різної кількості дріжджів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2014. Т. 16. 3 (60). ч. 3. С. 91–100.
7. Лучин І.С., Дармограй Л. М. Морфологічні показники тушок молодняку кролів за інтенсивної технології вирощування. *Тваринництво України: Науково-практичний журнал*. 2015. № 9. С. 9–12
8. Tripathi M. K., Mishra A. S., Misra A. K., Prasad R. Effect of graded levels of high glucosinolate mustard (*brassica juncea*) meal inclusion on nutrient utilization, growth performance, organ weight, and carcass composition of growing rabbits. *World Rabbit Science*. 2010. S.I. Vol. 11. No. 4. P. 211–226.
9. Prebble J. L., Shaw D. J., Meredith A.L. Bodyweight and body condition score in rabbits on four different feeding regimes. *Journal of Small Animal Practice*. 2015. Vol. 56. No. 3. P. 207–212.
10. Вакуленко І. С., Петраш В. В. Формування м'ясної продуктивності кролів у віковій динаміці. *Науково-технічний бюлетень НААН. Інститут тваринництва*. Харків. 2016. № 116. С. 21–29.
11. Xiao J., Metzler-Zebeli B., Zebeli Q. Gut function-enhancing properties and metabolic effects of dietary indigestible sugars in rodents and rabbits. *Nutrients*. 2015. Vol. 7. No. 10. P. 8348–8365
12. Lapenna D., Ciofani G., Cuccurullo C., Giamberardino M., Cuccurullo F. Myocardial glutathione metabolic status in fat-fed rabbits. *Mol Cell Biochem*. 2014 Vol. 390. No. 2. P. 243–251.
13. Hsu C. Y., Yeh T. H., Huang M. Y., Hu S. P., Chao P. Y., Yang C. M. Organ-specific distribution of chlorophyll-related compounds from dietary spinach in rabbits. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*. 2014. Vol. 51. No. 5. P. 388–395.
14. Щасливий Р. А., Голубев М. І. Продуктивність молодняку кролів за різних джерел жиру у комбікормі. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Том 16. № 3 (60). Частина 3. 2014. С. 233–239.
15. Tůmová E., Volek Z., Chodová D., Härtlová H., Makovický P., Svobodová J., Ebeid T., Uhlířová L. The effect of 1-week feed restriction on performance, digestibility of nutrients and digestive system development in the growing rabbit. *Animal*. 2016. Vol. 10. No. 1. P. 3–9.
16. Alabiso M., Di Grigoli A., Mazza F., Maniaci G., Vitale F., Bonanno A. A 3-week feed restriction after weaning as an alternative to a medicated diet: effects on growth, health, carcass and meat traits of rabbits of two genotypes. *Animal*. 2017. Vol. 11. No. 9. P. 1608–1616.
17. Abdel-Wareth A. A., Kehraus S., Ali A. H., Ismail Z. S., Südekum K. H. Effects of temporary intensive feed restriction on performance, nutrient digestibility and carcass criteria of growing male Californian rabbits. *Animal Nutrition*. 2015. Vol. 69. No. 1. P. 69–78.
18. Matics Z., Cullere M., Szín M. Effect of a dietary supplementation with linseed oil and selenium to growing rabbits on their productive performances, carcass traits and fresh and cooked meat quality. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2016. № 23. P. 1–9.
19. Zhu Y., Wang C., Wang X., Li B., Li F. Effect of dietary fiber starch balance on the cecal proteome of growing rabbits. *Journal Proteomics*. 2014. Vol. 103. No. 3. P. 23–34.
20. Celia C., Cullere M., Gerencsér Z., Matics Z. Effect of pre- and post-weaning dietary supplementation with Digestarom® herbal formulation on rabbit carcass traits and meat quality. *Meat Science*. 2016. Vol. 118. P. 89–95.
21. Kerr K. R., Kappen K. L., Garner L. M., Swanson K. S. Commercially available avian and mammalian whole prey diet items targeted for consumption by managed exotic and domestic pet felines: macronutrient, mineral, and long-chain fatty acid composition. *Zoo Biol*. 2014. Vol. 33. No. 4. P. 327–335.
22. Molette C., Gilbert H., Larzul C., Balmiss E. Direct and correlated responses to selection in two lines of rabbits selected for feed efficiency under ad libitum and restricted feeding: II. Carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 94. No. 1. P. 49–57.
23. Read T., Combes S., Gidenne T., Destombes N. Feed composition at the onset of feeding behaviour influences slaughter weight in rabbits. *Livestock Science*. 2016. Vol. 184. No. 2. P. 97–102.
24. Xiao L., Xiao M., Jin X., Kawasaki K. Transfer of blood urea nitrogen to cecal microbial nitrogen is increased by mannitol feeding in growing rabbits fed timothy hay diet. *Animal*. 2012. Vol. 6. No. 11. P. 1757–1763.

25. Вакуленко І. С., Данець Л. М., Лучин І. С. Технологія ефективного використання нетрадиційного високобілкового корму в годівлі кролів. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. 2016. Вип. 115. С. 31–36.
26. Лучин І. С., Дармограй Л. М. Шляхи вирішення білкової проблеми за вирощування гібридних кролів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. № 1 (58). С. 35–38.
27. Gugołek, A., Juśkiewicz, J., Wycizling, P., Kowalska, D., Strychalski, J., Konstantynowicz, M., Zwoliński, C. Productivity and gastrointestinal tract responses of rabbits fed diets containing rapeseed cake and wheat distillers dried grains with solubles. *Animal Production Science*. 2015. Vol. 55. Issue 6. P. 777–785.
28. Fébel H., Huszár S. Examination of the effect of vitamin D3 on Ca and P metabolism in the rabbit with isotope method. *Magyar Allatorvosok Lapja*. 2000. Vol. 122. Issue 4. P. 209–213.
29. Syvyk T.L., Dyachenko L.S., Tytariova, O.M., Shulko, O.P., Osipenko O.P., Pirova L.V., Bilkevych V.V. Productivity of rabbits and balance of selenium in their body by feeding different doses of selenium. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 24. Issue 3. P. 480–483.

REFERENCES

1. Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Cauquil, L., Gidenne, T.(2013). Engineering the rabbit digestive ecosystem to improve digestive health and efficacy. *Animal*. Vol. 7, no. 9, pp. 1429–1439.
2. Safwat, A. M., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., Nieves, D.(2014). Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits. *Trop Anim Health Prod*. Vol. 7, no. 8, pp. 1193–1198.
3. Khan, K., Khan, S., Khan, R., Sultan, A., Khan, N., Ahmad, N.(2016). Growth performance and meat quality of rabbits under different feeding regimes. *Trop Anim Health Prod*. Vol. 48, no. 8, pp. 1661–1666.
4. Oseni, S.O., Lukefahr, S.D.(2014). Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives. *World Rabbit Sci*. Vol. 22, no. 3, pp. 147–160.
5. Krempels, D.(2015). Rabbit Health: Spay or Neuter My Rabbit? *Bio.Miami.edu*. Miami University College of Arts and Sciences, Department of Biology. 526 p.
6. Darmograj L. M., Luchin I. S., Shevchenko M. Je. (2014). Konversija kombikormu ta produktivni pokazniki molodnjaku kroliv za riznoi kil'kosti drizhdzhiv [Conversion of mixed fodder and productive ratios of young rabbits for different amounts of yeast]. *Naukovij visnik L'viv's'kogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini ta biotehnologij im. S.Z. Gzhic'kogo* [Scientific herald of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. S.Z Gzhitsky].Lviv, Vol. 16, 3 (60), Part 3, pp. 91–100.
7. Luchin, I.S., Darmograj, L.M. (2015). Morfologichni pokazniki tushok molodnjaku kroliv za intensivnoi' tehnologii'viroshhuvannja [Morphological indices of young rabbits carcasses under intensive growing technology]. *Tvarinnictvo Ukraїni : Naukovo-praktichnij zhurnal* [Livestock of Ukraine: Scientific and practical journal].no. 9, pp. 9–12.
8. Tripathi, M.K., Mishra, A.S., Misra, A.K., Prasad, R.(2010). Effect of graded levels of high glucosinolate mustard (*brassica juncea*) meal inclusion on nutrient utilization, growth performance, organ weight, and carcass composition of growing rabbits. *World Rabbit Science*. S.I. Vol. 11, no. 4, pp. 211–226.
9. Prebble, J. L., Shaw, D.J., Meredith, A.L.(2015). Bodyweight and body condition score in rabbits on four different feeding regimes. *Journal of Small Animal Practice*. Vol. 56, no. 3, pp. 207–212.
10. Vakulenko, I. S., Petrash, V. V.(2016). Formuvannja m'jasnoi produktivnosti kroliv u vikovij dinamici [Formation of meat productivity of rabbits in age-old dynamics]. *Scientific and Technical Bulletin of NAAS. Institute of Animal Husbandry*. Kharkiv, no. 116, pp. 21–29.
11. Xiao, J., Metzler-Zebeli, B., Zebeli, Q.(2015). Gut function-enhancing properties and metabolic effects of dietary indigestible sugars in rodents and rabbits. *Nutrients*. Vol.7, no 10, pp. 8348–8365.
12. Lapenna, D., Ciofani, G., Cuccurullo, C., Giamberardino, M., Cuccurullo, F. (2014). Myocardial glutathione metabolic status in fat-fed rabbits. *Mol Cell Biochem*. Vol. 390, no. 2, pp. 243–251.
13. Hsu, C. Y., Yeh, T. H., Huang, M. Y., Hu, S. P., Chao, P. Y., Yang, C. M. (2014). Organ-specific distribution of chlorophyll-related compounds from dietary spinach in rabbits. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*. Vol. 51, no. 5, pp. 388–395.
14. Shhaslivij, R. A., Golubev, M. I.(2014). Produktivnist' molodnjaku kroliv za riznih dzherel zhiru u kombikormi [Productive performance of youngsters for different fat dairy products in combination with food]. *Naukovij visnik L'viv's'kogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini ta biotehnologij im. S.Z. Gzhic'kogo* [Scientific herald of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhitsky]. Vol. 16, no. 3 (60), Part 3, pp. 233–239.
15. Tůmová, E., Volek, Z., Chodová, D., Härtlová, H., Makovický, P., Svobodová, J., Ebeid, T., Uhlřřová, L. (2016). The effect of 1-week feed restriction on performance, digestibility of nutrients and digestive system development in the growing rabbit. *Animal*. Vol. 10, no. 1, pp. 3–9.
16. Alabiso, M., Di Grigoli, A., Mazza, F., Maniaci, G., Vitale, F., Bonanno, A. (2017). A 3-week feed restriction after weaning as an alternative to a medicated diet: effects on growth, health, carcass and meat traits of rabbits of two genotypes. *Animal*. Vol. 11, no. 9, pp. 1608–1616.
17. Abdel-Wareth, A.A., Kehraus, S., Ali, A.H., Ismail, Z.S., Südekum, K.H.(2015). Effects of temporary intensive feed restriction on performance, nutrient digestibility and carcass criteria of growing male Californian rabbits. *Animal Nutrition*. Vol. 69, no. 1, pp. 69–78.
18. Matics, Z., Cullere, M., Szín, M.(2016). Effect of a dietary supplementation with linseed oil and selenium to growing rabbits on their productive performances, carcass traits and fresh and cooked meat quality. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. no. 23, pp. 1–9.
19. Zhu, Y., Wang, C., Wang, X., Li, B., Li, F.(2014). Effect of dietary fiber starch balance on the cecal proteome of growing rabbits. *Journal Proteomics*. Vol. 103, no. 3, pp. 23–34.

20. Celia, C., Cullere, M., Gerencsér, Z., Matics, Z. (2016). Effect of pre- and post-weaning dietary supplementation with Digestarom® herbal formulation on rabbit carcass traits and meat quality. *Meat Science*. Vol.118, pp.89–95.
21. Kerr, K.R., Kappen, K.L., Garner, L.M., Swanson, K.S. (2014). Commercially available avian and mammalian whole prey diet items targeted for consumption by managed exotic and domestic pet felines: macronutrient, mineral, and long-chain fatty acid composition. *Zoo Biol*. Vol. 33, no. 4, pp. 327–335.
22. Molette, C., Gilbert, H., Larzul, C., Balmisse, E. (2016). Direct and correlated responses to selection in two lines of rabbits selected for feed efficiency under ad libitum and restricted feeding: II. Carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*. Vol. 94, no. 1, pp. 49–57.
23. Read, T., Combes, S., Gidenne, T., Destombes, N. (2016). Feed composition at the onset of feeding behaviour influences slaughter weight in rabbits. *Livestock Science*. Vol. 184, no. 2, pp. 97–102.
24. Xiao, L., Xiao, M., Jin, X., Kawasaki, K. (2012). Transfer of blood urea nitrogen to cecal microbial nitrogen is increased by mannitol feeding in growing rabbits fed timothy hay diet. *Animal*. Vol. 6, no. 11, pp. 1757–1763.
25. Vakulenko, I.S., Danec', L.M., Luchin, I.S. (2016). Tehnologija efektivnogo vikoristannja netradicijnogo visokobilkovogo kormu v godivli kroliv [Technological efficiency of non-traditional high-viscous forage per annum rabbits]. *Naukovo-tehnichnij bjuleten' Institutu tvarinnictva NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Husbandry of NAAS]*. Issue 115, pp. 31–36.
26. Luchin, I.S., Darmograj, L.M. (2016). Shljahi virishennja bilkovoi' problemi za viroshhuvannja gibridnih kroliv [Ways of solving the protein problems for growing hybrid rabbits]. *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannja Ukra i'ni [Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine]*. no.1 (58), pp. 35–38.
27. Gugolek, A., Juśkiewicz, J., Wyczling, P., Kowalska, D., Strychalski, J., Konstantynowicz, M., Zwoliński, C. (2015). Productivity and gastrointestinal tract responses of rabbits fed diets containing rapeseed cake and wheat distillers dried grains with solubles. *Animal Production Science*. Vol. 55, Issue 6, pp. 777–785.
28. Fébel, H., Huszár, S. (2000). Examination of the effect of vitamin D3 on Ca and P metabolism in the rabbit with isotope method. *Magyar Allatorvosok Lapja*. Vol. 122, Issue 4, pp. 209–213.
29. Syvyk, T.L., Dyachenko, L.S., Tytariova, O.M., Shulko, O.P., Osipenko, O.P., Pirova, L.V., Bilkevych, V.V. (2018). Productivity of rabbits and balance of selenium in their body by feeding different doses of selenium. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Vol. 24, Issue 3, pp. 480–483.

Вплив вітамінно-мінеральної добавки на інтенсивність росту та забійні показники кролів

Федорченко М.М., Бондаренко Л.В.

Досліджено вплив на ріст і розвиток організму кролів новозеландської породи 45-, 60-, 75- та 90-добового віку вітамінно-мінеральної добавки фірми Текроу в кількості 0,35 г на 100 г корму, яка містить у своєму складі ряд макро- і мікроелементів, вітамінів, амінокислот. Для оцінки впливу вітамінно-мінеральної добавки на організм кролів використовували зоотехнічні методи дослідження (жива маса, абсолютний, відносний і середньодобовий приріст, забійні якості кролів) і статистичні. Проведено порівняльний аналіз позитивної динаміки приростів та живої маси дослідних кролів за впливу вітамінно-мінеральної добавки.

Встановлено міжгрупові відмінності за передзабійною масою тіла і масою тушки у кролів, які споживали різну дозу вітамінно-мінеральної добавки. У кролів 90-добового віку, під впливом вітамінно-мінеральної добавки, відбулось підвищення показників маси тіла на 8,89 %, що перевищувало показники тварин контрольної групи. Крім того, було визначено масометричні показники тушки і внутрішніх органів кролів 45-, 60-, 75- та 90-добового віку після забою. Одержані дані росту організму, масометричні показники тушки та внутрішніх органів кролів дослідних груп після забою можуть свідчити про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на інтенсивність розвитку організму та окремих внутрішніх органів, що сприяє посиленому перебігу обмінних процесів і нарощуванню більшої маси тіла у тварин дослідних груп. Згодовування вітамінно-мінеральної добавки кролям дослідних груп новозеландської породи впродовж 45 діб сприяло кращій трансформації поживних речовин корму в продукцію.

Зафіксовано, що застосування вітамінно-мінеральної добавки в раціоні кролів новозеландської породи підвищує інтенсивність росту організму впродовж 45 діб і забезпечує можливість кращої трансформації поживних речовин корму в продукцію, з метою нарощування маси тіла тварин.

Ключові слова: кролі, вітамінно-мінеральна добавка, маса тіла, маса внутрішніх органів, приріст, абсолютний приріст, середньодобовий приріст, тушка кролів, внутрішні органи, забійний вихід.

Влияние витаминно-минеральной добавки на интенсивность роста и убойные показатели кроликов

Федорченко М.М., Бондаренко Л.В.

Исследовано влияние на рост и развитие организма кроликов новозеландской породы 45-, 60-, 75 и 90-суточного возраста витаминно-минеральной добавки фирмы Текроу в количестве 0,35 г на 100 г корма, которая содержит в своем составе ряд макро- и микроэлементов, витаминов, аминокислот. Для оценки влияния витаминно-минеральной добавки на организм кроликов использовали зоотехнические методы исследования (живая масса, абсолютный, относительный и среднесуточный прирост, убойные качества кроликов) и статистические. Проведен сравнительный анализ положительной динамики приростов и живой массы опытных кроликов при воздействии витаминно-минеральной добавки.

Установлены межгрупповые различия по предубойной массе тела и массе тушки у кроликов, которые потребляли разную дозу витаминно-минеральной добавки. У кроликов 90-суточного возраста под влиянием витаминно-минеральной добавки произошло повышение показателей массы тела на 8,89 %, что превышало показатели животных контрольной группы. Кроме того, были определены массометрические показатели тушки и внутренних органов кроликов 45-, 60-, 75- и 90-суточного возраста после забоя. Полученные данные роста организма, массометрических показателей тушки и внутренних органов кроликов опытных групп после убоя могут свидетельствовать о положи-

тельном влиянии витаминно-минеральной добавки на интенсивность развития организма и отдельных внутренних органов, что способствует усиленному протеканию обменных процессов и наращиванию большей массы тела у животных опытных групп. Скармливание витаминно-минеральной добавки кроликам опытных групп новозеландской породы в течение 45 суток способствовало лучшей трансформации питательных веществ корма в продукцию.

Зафиксировано, что применение витаминно-минеральной добавки в рационе кроликов новозеландской породы повышает интенсивность роста организма в течение 45 суток и обеспечивает возможность лучшей трансформации питательных веществ корма в продукцию с целью наращивания массы тела животных.

Ключевые слова: кролики, витаминно-минеральная добавка, масса тела, масса внутренних органов, прирост, абсолютный прирост, среднесуточный прирост, тушка кролика, внутренние органы, убойный выход.

Надійшла 19.03.2019 р.

УДК637.12.04:636.2

БОРЩ О.О.

БОРЩ О.В.

КОСІОР Л.Т.

ПІРОВА Л.В.

ЛАСТОВСЬКА І.О.

*Білоцерківський національний аграрний університет***ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ
ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ БІЛКІВ МОЛОКА КОРІВ
ЧИСТОПОРОДНИХ ПОРІД ТА ЇХ ПОМІСЕЙ**

Проаналізовано біологічну цінність молочного білка у кросбредних корів порівняно з чистопородними аналогами. Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування зі швіцькою породою, а також на телицях української червоно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих за схрещування української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою. Встановлено, що молочний білок корів-помісей відзначався більш збалансованим складом незамінних амінокислот (НЗАК) та більш сприятливим співвідношенням для переробки. За аналізу вмісту окремих незамінних амінокислот у молоці корів досліджуваних порід з'ясували, що найбільшою абсолютною кількістю характеризується лейцин (9,22–9,87 г/100 г білка молока); фенілаланін+тирозин (9,04–9,75 г/100 г білка молока) і лізин (5,81–6,73 г/100 г білка молока), а мінімальною – метіонін+цистин (3,32–3,88 г/100 г білка молока). Для білка молока корів української чорно-рябої породи першою лімітуючою амінокислотою був валін, вміст якого становив 97,2 % від їх величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку», а другими лімітуючими амінокислотами були метіонін+цистин, скор яких становив 94,8 %. У молочному білку помісних корів не виявлено амінокислот, скор яких був менш як 100 %, тобто вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Біологічна цінність білка молока у кросбредних корів була дещо вищою, ніж у чистопородних. Молочний білок корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального, порівняно з амінокислотою формулою відповідності потребам людини. Найкращим за амінокислотним складом та біологічною цінністю білків було молоко червоно-рябих і монбельярдських помісей.

Ключові слова: коров'яче молоко, породи, амінокислотний склад, амінограма, біологічна цінність білків.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-43-49

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Високий потенціал виробництва молока та добрі адаптивні ознаки корів голштинської породи сприяли її поширенню у багатьох частинах світу [1, 2, 3, 4]. При цьому селекціонери часто ігнорували функціональні ознаки голштинів, що призвело до подальшого зниження продуктивності у повновікових корів, погіршення стану здоров'я, отже, додаткових витрат на ветеринарні заходи, проблем з відтворенням та тривалістю господарського використання (довговічністю) в цілому по породі [5, 6, 7]. Все це нівелює продуктивні переваги голштинської породи.

Нині зростає інтерес до кросбридингу завдяки покращенню функціонального стану помісних корів та складу компонентів молока [9, 10, 11]. Інші аспекти, такі як придатність молока до виробництва певних видів продукції і стійкість до метаболічних та незаразних хвороб, також впливають на те, що цьому напрямку розведення дедалі більше віддають перевагу у розвинутих країнах світу [2, 4].

Дослідженнями зарубіжних вчених встановлено, що у кросбредних тварин першого покоління значно поліпшилися такі функціональні ознаки як продуктивне довголіття, якісний склад молока, показники відтворення [5, 6].

Найбільш розповсюдженими породами, яких використовують для покращення відтворення, довголіття та якісного складу молока у США, є швіцька, джерсейська, монбельярдська та айрширська, а у країнах Європейського Союзу – шведська, норвезька та данська червоні породи [1, 2].

Чисельні дослідження підтверджують вплив породи на вміст поживних речовин у молоці [12, 13]. Різняться породи корів і за технологічними властивостями молока, такими як тривалість сичужного зсідання, розмір і кількість жирових кульок, різні константи молочного жиру і склад його фракцій [14, 15, 16]. Такі важливі показники як білковість і сичужне зсідання, якість сичужного згустку, визначаються насамперед породою і породністю корів [17, 18, 19, 20]. Залежно від складу і технологічних властивостей, молоко корів різних порід доцільно

використовувати на виробництво різних продуктів: сиру, масла або як цільномолочний продукт [21, 22, 23].

Метою дослідження було проаналізувати амінокислотний склад та біологічну цінність молочного білка у кросбредних корів порівняно з чистопородними аналогами.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у СТОВ ОП «Михайлівське» с. Михайлівка Вінницького району Вінницької області на коровах української чорно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих у результаті схрещування з швіцькою породою, та у ТОВ «Азорель» с. Мухівці Немирівського району Вінницької області на коровах української червоно-рябої молочної породи та помісях першого покоління, отриманих при схрещуванні української червоно-рябої молочної з монбельярдською породою. У СТОВ «Михайлівське» застосовують прив'язно-стійлову систему утримання в зимовий та безприв'язну з утриманням на вигульно-кормових майданчиках у весняно-осінній періоді. У ТОВ «Азорель» застосовують безприв'язне утримання з використанням глибокої довгонезмінюваної підстилки. В обох господарствах було сформовано по дві групи чистопородних та помісних корів-аналогів з чисельністю 10 голів у кожній (n=10).

В обох господарствах застосовують однотипну цілорічну годівлю корів повнораціонними кормосумішами. Рівень годівлі достатньо високий: тварини споживають щоденно 21,4–21,8 кг сухої речовини, енергетична цінність спожитих кормів складає 211–220 МДж, концентрація енергії в 1 кг сухої речовини – 10,3–10,4 МДж.

Амінокислотний склад білків молока корів досліджуваних порід визначали у період роздою (на 60–70-й день лактації). Оцінку проводили в Державному науково-дослідному контрольному Інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок (м. Львів) методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М» (Україна).

Амінокислотний скор (АКС, %) молочного білка розраховували за процентним співвідношенням кожної з НЗАК в білку молока по відношенню до її вмісту в «ідеальному» білку (еталон – білок курячого яйця).

Біологічну повноцінність білка молока визначали за скоригованим за лімітуючими АК коефіцієнтом засвоюваності (PDCAAS), рекомендованим для оцінювання якості білків об'єднаною експертною радою FAO/WHO [24, 25].

Під час обчислення PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score), скоригованого за лімітуючою амінокислотою з урахуванням перетравності молочного білка (95 %) і адаптованого до потреб дорослої людини, використовували формулу:

$$\text{PDCAAS, \%} = \frac{\text{мг лімітуючої АК в 1 г білка молока}}{\text{мг тієї ж АК в 1 г "ідеального" білка}} \cdot \text{КП} \cdot 100,$$

де PDCAAS – амінокислотний СКОР, скоригований за лімітуючою амінокислотою;

КП – коефіцієнт перетравності білка (95 %).

Амінокислотну формулу (амінограму) досліджуваних зразків молока, що відображає оптимальні співвідношення між незамінними амінокислотами, порівнювали за її еталонними зразками (за метіоніном + цистином) до еталонних потреб людини (за даними *FAO/WHO/UNO Expert Consultation*, 1991) і до «ідеального білка» курячого яйця (за даними *WHO/FAO Technical Report*, 1973). Побудову амінокислотної формули проводили за методом Покровського [26].

Результати дослідження. За аналізу вмісту окремих незамінних амінокислот у молоці корів досліджуваних порід з'ясували (табл. 1), що найбільшою абсолютною кількістю характеризується лейцин (9,22–9,87 г/100 г білка молока); фенілаланін+тирозин (9,04–9,75 г/100 г білка молока) і лізин (5,81–6,73 г/100 г білка молока), а мінімальною – метіонін+цистин (3,32–3,88 г/100 г білка молока).

У молоці кросбредних корів спостерігали дещо вищі показники вмісту НЗАК у 100 г молочного білка. Вміст ароматичних кислот (фенілаланіну і тирозину), що впливають на смакові якості молока, були на рівні 9,04–9,75 г/100 г білка.

Серед замічних амінокислот найбільший уміст мали глютамінова кислота – 18,62–19,03 та пролін – 8,04–9,18 г/100 г молока, а найменший – аланін, який надає специфічного смаку сировині у процесі сироваріння, – 3,83–4,01 г/100 г молока.

Як відомо, в 100 г білка високої біологічної цінності кількість НЗАК має бути не менш як 40 г. В аналізованому молоці чистопородних чорно-рябих та чорно-рябих помісних зі швіцькою

породою цей показник становив 43,41 та 44,76 г, а у червоно-рябих та червоно-рябих помісней з монбельярдською породою – 41,08 та 43,65 г відповідно.

Таблиця 1 – Амінокислотний склад білка молока корів різних порід, г/100 г білка

Назва амінокислот	Порода, породність			
	Українська чорно-ряба молочна	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької	Українська червоно-ряба молочна	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської
Незамінні амінокислоти, (НЗАК)				
Lys	6,58	6,73	5,81	6,34
Met+Cys	3,32	3,71	3,38	3,88
Thr	4,50	4,54	4,06	4,40
Val	4,86	5,28	5,29	5,77
Leu	9,87	9,83	9,22	9,53
Ile	4,85	4,92	4,28	4,35
Phe+Tyr	9,43	9,75	9,04	9,38
Замінні амінокислоти (ЗАК)				
Pro	8,04	8,26	9,18	8,83
Ser	5,78	5,65	5,33	5,50
Ala	3,83	4,01	3,94	3,97
Gly	2,08	2,13	2,42	2,37
His *	2,93	3,00	2,75	2,89
Arg *	3,48	3,52	3,54	3,55
Asp	5,63	5,72	5,59	5,66
Glu	18,62	18,80	19,03	18,94

Примітка:* — частково незамінні АК, або незамінні для дитячого харчування

Амінокислотний скор (АКС,%) молочного білка, обчислений за процентним співвідношенням кожної з НЗАК в білку молока по відношенню до її вмісту в «ідеальному» білку, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Амінокислотний скор білка молока, %

Назва амінокислот	Порода, породність			
	Українська чорно-ряба молочна	½ української чорно-рябої молочної та ½ швіцької	Українська червоно-ряба молочна	½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської
Lys	119,6	122,3	105,6	115,2
Met+Cys	94,8	106,0	96,5	110,8
Thr	112,6	113,5	101,4	110,0
Val	97,2	105,6	105,8	115,4
Leu	141,0	140,4	131,7	136,1
Ile	121,2	123,0	107,0	108,7
Phe+Tyr	157,1	162,5	150,6	156,3
Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (KBAC)	29,5	18,85	17,58	11,45
Біологічна цінність білків, % (БЦ)	70,45	81,15	82,42	88,55

Аналізуючи АКС білків молока, крім визначення надлишкових скорів АК, оцінювали також наявність лімітуючих амінокислот, скор яких був нижчим 100 %.

Для білка молока корів української чорно-рябої породи першою лімітуючою амінокислотою (PDCAAS min₁) був валін, уміст якого становив 97,2 % від їх величини за шкалою адекватності в «ідеальному білку». Іншими лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min₂) були метіонін+цистин, скор яких становив 94,8 %. У молочному білку помісних корів зі швіцькою породою не виявлено амінокислот, скор яких був менше 100 %, тобто вміст кожної НЗАК відповідав вимогам потреб людини в еталонному білку. Найбільш надлишковими були фенілаланін + тирозин – 162,5 та лізин – 122,3 %.

Щодо складу білка молока корів української червоно-рябої породи, лімітуючими амінокислотами (PDCAAS min₁) були метіонін+цистин – 96,5 % від вмісту в «ідеальному» білку. Амінокисло-

тний скор кожної із НЗАК білка помісних корів з монбельярдською породою був вищим за 100 %, при цьому найбільш надлишковими були фенілаланін+тирозин – 162,5 та лейцин – 140,4 %.

Для оцінювання біологічної цінності (БЦ) білків використовували коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС). Чим менше його величина, тим вища якість білка. Встановлено, що у кросбредних корів значення КВАС і БЦ молочного білка були вищі порівняно з чистопородними аналогами. Найкращі показники спостерігали у помісей червоно-рябих корів з монбельярдськими.

Для з'ясування оптимальних співвідношень НЗАК білка молока корів досліджуваних порід їх умісту порівнювали з амінограмою стандартної форми (за метіонін + цистин) «ідеального» білка курячого яйця.

Порівняння з амінограмою «ідеального білка» показало, що молоко корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального (табл. 3). Найближчою до «ідеальної» (за FAO/WHO) була амінограма молочного білка корів-помісей червоно-рябої породи з монбельярдською, а максимальні відмінності спостерігали в АК формулі білка молока чорно-рябих корів. АК формули білків молока чорно-рябих помісей зі швіцькою породою та червоно-рябих займали проміжні позиції (з незначною перевагою чорно-рябих помісей).

Таблиця 3 – Амінокислотна формула молока корів різних порід за метіоніном+цистином (відповідно до потреб людини)

Порода, породність	«Ідеальний» білок (білок курячого яйця), FAO/WHO (2013 р.)						
	Met+Cys	Lys	Thr	Val	Leu	Ile	Phe+Tyr
	1,0	1,57	1,14	1,43	2,00	1,14	1,71
Українська чорно-ряба	1,0	1,98	1,36	1,46	2,97	1,46	2,84
½ української чорно-рябої та ½ швіцької	1,0	1,81	1,23	1,43	2,65	1,32	2,62
Українська червоно-ряба	1,0	1,72	1,20	1,57	2,72	1,26	2,67
½ української червоно-рябої молочної та ½ монбельярдської	1,0	1,64	1,15	1,49	2,46	1,16	2,41

Найбільший надмірний вміст по відношенню до стандарту відмічено за лейцином і сумою фенілаланін + тирозин в молоці всіх досліджуваних порід.

Висновки. Встановлено, що молочний білок корів-помісей вирізнявся більш збалансованим складом НЗАК. Біологічна цінність білка молока у кросбредних корів була дещо вищою, ніж у чистопородних. Молочний білок корів досліджуваних порід не містить амінокислот, співвідношення яких менше оптимального для потреб людини. Найкращим за якісним та білковим складом було молоко червоно-рябих і монбельярдських помісей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борщ О., Рубан С. Інтенсивність вирощування кросбредних телиць за різних технологій утримання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. Вип. 4. С. 63–66.
2. Кросбридинг як елемент високопродуктивного молочного скотарства / С.Ю. Рубан та ін. Біологія тварин. 2016. Том 18. Вип. 2. С. 94–104.
3. Сучасні технології виробництва молока (особливості експлуатації, технологічні рішення, ескізні проекти) / С.Ю. Рубан та ін. Харків, 2017. 172 с.
4. Inbreeding and Crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbeliarde and Normande cows / C. Dezetter et al. Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. P. 4904–4913. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8386>
5. Ferris C.P., Heins B.J., Buckley F. Crossbreeding in Dairy Cattle: Pros and Cons. WCDs Advances in Dairy Technology. 2014. Vol. 26. P. 223–243.
6. Heins B.J., Hansen L.B. Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande × Holstein, Montbeliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95. P. 918–924. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4523>.
7. Heins B.J., Hansen L.B., De Vries A. Survival, lifetime production, and profitability of crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red compared to pure Holstein cows. Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95. P. 1011–1021. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4525>.
8. Influence of low temperatures on behavior, productivity and bioenergy parameters of dairy cows kept in cubicle stalls and deep litter system / O.O. Borshch et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7 № (3). P. 73–77. Doi: https://doi.org/10.15421/2017_51
9. Influence of various litter materials and premises characteristics on the comfort and behavior of cows / O.O. Borshch et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7 № (4). P. 529–535. Doi: https://doi.org/10.15421/2017_156

10. Оцінка племінної цінності бугаїв-плідників молочних порід / В.О. Даншин та ін. Збірник наукових праць БНАУ. Сер. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2016. № 2 (126). С. 110–116.
11. Борщ О.О., Борщ О.В. Вплив різних варіантів безприв'язного утримання корів на витрати обмінної енергії в період низькотемпературного навантаження. Науково-технічний бюлетень ІТНААН. 2017. № 117. С. 7–14.
12. Mazhitova A.T., Kulmyrzaev A.A. (2016). Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99 № (4). P. 2480–2487. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717>
13. Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. A.T. Mazhitova et al. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 195. P. 2683–2688. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.479>
14. Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species / S. Rafiq et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol 29. № (7). P. 1022–1028. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0452>
15. Sabahelkheir M.K., Faten M.M., Hassan A.A. Amino acid composition of human and animal's milk (camel, cow, sheep and goat). *ARNP Journal of Science and Technology*. 2012. Vol. 2. № (2). P. 32–34.
16. Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds / A.A. Borshch et al. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2018. Vol. 43. № (3). P. 238–246 Doi: <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.3.238-246>
17. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits / W.L. Claeys et al. *Food Control*. 2014. Vol. 42. P. 188–201. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045>
18. Ghassemi N.J., Kim B.W., Lee B.H. Coat and hair color: hair cortisol and serotonin levels in lactating Holstein cows under heat stress conditions. *Animal Science*. 2017. Vol. 88. № (1). P. 190–194. Doi: <https://doi.org/10.1111/asj.12662>
19. Guetouache M., Guessas B., Medjekal S. Composition and Nutritional value of raw milk. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2014. Vol. 2. № (10). P. 115–122. Doi: <https://doi.org/10.15739/ibspr.005>
20. Fatty acid composition, vitamin A content and oxidative stability of milk in China / K. Liang et al. *Journal of Applied Animal Research*. 2018. Vol. 46. № (1). P. 566–571. Doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1360186>
21. A Comparison of Milk Protein, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of River Buffalo and Their F1 and F2 Hybrids with Swamp Buffalo in China / D.X. Ren et al. *Pakistan Journal of Zoology*. 2015. Vol. 47. № (5). P. 1459–1465.
22. Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements / S. Stojanovska et al. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*. 2018. Vol. 7 № (4). P. 392–394. Doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394>
23. Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China / Q. Sun et al. *Dairy Science of Technology*. 2014. Vol. 94. № (4). P. 387–395. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0159-9>
24. FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy. 2013. 66 p.
25. Schaafsma G. The protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) – A consent for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *Journal of AOAC International*. 2005. Vol. 88. № (3). P. 988–994.
26. Покровский А. А. Наука о питании, задачи и методы. Москва. ИОЛИУВ, 1977. 34 с.

REFERENCES

1. Borshch, O., Ruban, S. (2017). Intensy`vnist` vy`roshhuvannya krosbredny`x tely`cz` za rizny`x tehnologiy utry`mannya [Intensity of growth of crossbred heifers for different technologies of retention]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Issue 4, pp. 63–66.
2. Ruban, S.Yu. (2016). Krosbry`dy`ng yak element vy`sokoprodukty`vnogo molochnogo skotarstva [Crossbreeding as an element of high-yield dairy cattle breeding]. *Biology of animals*. Vol. 18, Issue 2, pp. 94–104.
3. Ruban, S.Yu. (2017). Suchasni tehnologiyi vy`robny`cztva moloka (osobly`vosti ekspluatatsiyi, tehnologichni rishennya, eskizni proekty) [Modern milk production technologies (features of exploitation, technological solutions, sketch designs)]. Kharkiv, 172 p.
4. Dezetter, C. (2015). Inbreeding and Crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbeliarde and Normande cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, pp. 4904–4913. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8386>
5. Ferris, C.P., Heins, B.J., Buckley, F. (2014) Crossbreeding in Dairy Cattle: Pros and Cons. *WCDS Advances in Dairy Technology*. Vol. 26, pp. 223–243.
6. Heins, B.J., Hansen, L.B. (2012). Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande × Holstein, Montbeliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, pp. 918–924. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4523>
7. Heins, B.J., Hansen, L.B., De Vries, A. (2012). Survival, lifetime production, and profitability of crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red compared to pure Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, pp. 1011–1021. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4525>
8. Borshch, O.O. (2017). Influence of low temperatures on behavior, productivity and bioenergy parameters of dairy cows kept in cubicle stalls and deep litter system. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 7, no. (3), pp. 73–77. Available at: https://doi.org/10.15421/2017_51
9. Borshch, O.O. (2017). Influence of various litter materials and premises characteristics on the comfort and behavior of cows. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 7, no. (4), pp. 529–535. Available at: https://doi.org/10.15421/2017_156
10. Danshy`n, V.O. (2016). Ocinka plemynnoyi cinnosti bugayiv-plidny`kiv molochny`x porid [Estimation of breeding value of bulls-breeders of dairy breeds]. *Zbirny`k naukovy`x pracz` BNAU [Collection of scientific works of BNAU]*. Ser. «Tehnologiya vy`robny`cztva i pererobky` produkciyi tvary`nny`cztva» [Sir. "Technology of production and processing of livestock products"]. no. 2 (126), pp. 110–116.

11. Borshh, O.O., Borshh, O.V. (2017). Vplyv riznykh variantiv bezpry'v'yaznogo utry'mannya koriv na vy'traty obminnoyi energii v period ny'z'koterperaturnogo navantazhennya [Influence of different variants of unbonded maintenance of cows on expenses of exchange energy during the period of low-temperature loading]. *Naukovo-tehnichny'j byuleten' IT NAAN*. no. 117, pp. 7–14.
12. Mazhitova, A.T., Kulmyrzaev, A.A. (2016). Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, no. (4), pp. 2480–2487. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9717>
13. Mazhitova, A.T. (2015). Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Vol. 195, P. 2683–2688. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.479>
14. Rafiq, S. (2016). Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 29, no. (7), pp.1022–1028. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0452>
15. Sabahelkheir, M.K., Faten, M.M., Hassan, A.A. (2012). Amino acid composition of human and animal's milk (camel, cow, sheep and goat). *ARPN Journal of Science and Technology*. Vol. 2, no. (2), pp. 32–34.
16. Borshch, A.A. (2018). Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreeds with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Vol. 43, no. (3), pp. 238–246. Available at: <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.3.238-246>
17. Claeys, W.L. (2014). Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*. Vol. 42, pp. 188–201. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.045>
18. Ghassemi, N.J., Kim, B.W., Lee, B.H. (2017). Coat and hair color: hair cortisol and serotonin levels in lactating Holstein cows under heat stress conditions. *Animal Science*. Vol. 88, no. (1), pp. 190–194. Available at: <https://doi.org/10.1111/asj.12662>
19. Guetouache, M., Guessas, B., Medjekal, S. (2014). Composition and Nutritional value of raw milk. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. Vol. 2, no. (10), pp. 115–122. Available at: <https://doi.org/10.15739/ibspr.005>
20. Liang, K. (2018). Fatty acid composition, vitamin A content and oxidative stability of milk in China. *Journal of Applied Animal Research*. Vol. 46, no. (1), pp. 566–571. Available at: <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1360186>
21. Ren, D.X. (2015). A Comparison of Milk Protein, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of River Buffalo and Their F1 and F2 Hybrids with Swamp Buffalo in China. *Pakistan Journal of Zoology*. Vol. 47, no. (5), pp. 1459–1465.
22. Stojanovska, S. (2018). Amino acid asparagine intake through milk enriched with supplements. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*. Vol. 7, no. (4), pp. 392–394. Available at: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.7.4.392-394>
23. Sun, Q. (2014). Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China. *Dairy Science of Technology*. Vol. 94, no. (4), pp. 387–395. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13594-013-0159-9>
24. FAO. (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Rome, Italy. 66 p.
25. Schaafsma, G. (2005). The protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) – A consent for describing protein quality in foods and food ingredients: A critical review. *Journal of AOAC International*. Vol. 88, no. (3), pp. 988–994.
26. Pokrovsky, A.A. (1977). *Nauka o py'tany'y, zadachy'y metody* [Nutrition Science, Tasks and Methods]. Moscow. IOLIU. 34 p.

Сравнительный анализ аминокислотного состава и биологической ценности белков молока чистопородных коров и их помесей.

Борщ А.А., Борщ А.В., Косиор Л.Т., Пирова Л.В., Ластовская И.А.

Проанализировано биологическую ценность молочного белка у кроссбредных коров по сравнению с чистопородными аналогами. Исследования проводили на коровах украинской черно-пестрой молочной породы и помесях первого поколения, полученных в результате скрещивания со швицкой породой, и на телках украинской красно-пестрой молочной породы и помесях первого поколения, полученных при скрещивании украинской красно-пестрой молочной с монбельярдской породой. Установлено, что молочный белок коров-помесей отличался более сбалансированным составом НЗАК и благоприятным соотношением для переработки. При анализе содержания отдельных незаменимых аминокислот в молоке коров исследуемых пород выявили, что наибольшим абсолютным количеством характеризуется лейцин (9,22–9,87 г/100 г белка молока), фенилаланин + тирозин (9,04–9,75 г/100 г белка молока) и лизин (5,81–6,73 г/100 г белка молока), а минимальным – метионин + цистин (3,32–3,88 г/100 г белка молока). Для белка молока коров украинской черно-пестрой породы первой лимитирующей аминокислотой был валин, содержание которого составило 97,2 % от их величины по шкале адекватности в «идеальном белке», а вторыми лимитирующими аминокислотами были метионин + цистин, скор которых составил 94,8 %. В молочном белке помесных коров не обнаружено аминокислот, скор которых был менее 100 %, то есть содержание каждой НЗАК отвечало требованиям потребностей человека в эталонном белке. Биологическая ценность белка молока у кроссбредных коров была несколько выше, чем у чистопородных. Молочный белок коров исследуемых пород не содержит аминокислот, соотношение которых меньше оптимального по сравнению с аминокислотной формулой соответствия потребностям человека. Лучшим по качественному и белковому составу было молоко красно-пестрых и монбельярдских помесей.

Ключевые слова: коровье молоко, породы, аминокислотный состав, аминокислотная формула, биологическая ценность белков.

Comparative analysis of milk amino acid composition and protein biological value in purebred cows and their crossbreeds

Borshch O., Borshch O., Kosior L., Pirova L., Lastovska I.

The milk protein biological value of crossbred cows has been compared with purebred lines. The research has been carried out on Ukrainian Black and White dairy cows and crossbred lines of the first generation obtained due to crossbreeding

with Brown Swiss breed. The same has been done on Ukrainian Red and White dairy cows, Montbéliarde breed and crossbred lines of the first-generation, obtained due to crossbreeding with Ukrainian Red and White dairy cows. It has been established that the milk protein of crossbred cows has more balanced composition of (MPC) and more appropriate ratio for processing. The essential amino acid milk analysis of the investigated breeds has found that there is a big amount of leucine (9.22–9.87 g/100 g protein of milk), phenylalanine + tyrosine (9.04–9.75 g/100 g of milk protein) and lysine (5.81–6.73 g/100 g protein of milk). Also, there is a minimum amount of methionine + cystine – (3.32–3.88 g/100 g protein of milk). The first limitative amino acid in the milk protein of Ukrainian Black and White breed is valine, the content of which is 97.2 % of the total amount in the scale of the reference protein. The second limitative amino acids are methionine + cystine, the content of which is 94.8 %. The amino acids haven't been found in the milk protein of crossbred cows. It means that the composition of each (MPC) is appropriate for human needs in the reference protein. The milk protein biological value of crossbred cows is somewhat higher than in purebred animals. The milk protein of the investigated breeds does not contain amino acids, the correlation of which is less than optimal in comparison with the amino acid formula of human needs. The milk of Red and White dairy cows and Montbéliarde breed has best protein quality.

Key words: cow's milk, breed, amino acid composition, amino gram, biological value of proteins.

Надійшла 21.03.2019 р.

УДК 636.52/.58.087.72:637.54

РЕДЬКА А.І.

БОМКО В.С.

СЛОМЧИНСЬКИЙ М.М.

ЧЕРНЯВСЬКИЙ О.О.

Білоцерківський національний аграрний університет

techvet2@gmail.com

ЗАБІЙНІ ПОКАЗНИКИ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ КОМБІКОРМІВ З СУЛЬФАТОМ І ЗМІШАНОЛІГАНДНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦИНКУ

Ефективність використання сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку та вплив їх згодовування на забійні показники курчат-бройлерів кросу Кобб-500 вивчали після завершення науково-господарського дослідження і контрольного забою, який було проведено у приміщенні віварію Білоцерківського національного аграрного університету.

Різниця в умовах годівлі між групами полягала в тому, що для птиці першої групи, залежно від віку, було виготовлено комбікорм з використанням сульфату Цинку у дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 60, 50 і 40 г елемента (контроль), для другої – з використанням змішанолігандного комплексу Цинку у дозі, що також відповідає введенню на 1 т комбікорму 60, 50 і 40 г елемента, а для третьої – з використанням змішанолігандного комплексу Цинку у дозі, що відповідає введенню на 1 т комбікорму 45, 37,5 і 30 г елемента.

Добавки Цинку до комбікормів вводили шляхом багатоступеневого змішування, що дало змогу рівномірно розподілити елемент по всій масі.

Умови утримання і показники мікроклімату в приміщенні були ідентичними для птиці контрольної і дослідних груп і відповідали встановленим гігієнічним нормативам.

По завершенню науково-господарського дослідження провели контрольний забій, який показав, що використання сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку у різних дозах неоднаково вплинуло на забійні показники птиці контрольної і дослідних груп. Так, найбільшою передзабійна жива маса (2649,3 г) була у курчат-бройлерів третьої групи, які споживали комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку у дозах, що відповідали введенню 45, 37,5 і 30 г елемента на тону комбікорму, і ця різниця була статистично значущою ($p < 0,01$). У птиці другої групи, які споживали комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку у дозах, що відповідали введенню на 1 т комбікорму 60, 50 і 40 г елемента, передзабійна жива маса також була більшою, ніж у контрольній групі (2549,3 г), але вірогідної різниці за цим показником не встановлено. Загалом передзабійна жива маса курчат-бройлерів другої і третьої груп була більшою від живої маси птиці контрольної групи відповідно на 4,6 і 8,7 %.

Стосовно маси непатраної тушки, вона також була більшою у птиці 2-ї і 3-ї дослідних груп, а різниця була вірогідною.

Аналіз відносних показників виходу продуктів забою показав, що вони були кращими у птиці, яка споживала комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку. Так, вихід напівпатраної тушки був найбільшим у курчат-бройлерів 3-ї дослідної групи (84,19 %), а різниця за цим показником у порівнянні з контролем була статистично значущою ($p < 0,05$).

У курчат 2-ї і 3-ї дослідних груп спостерігали тенденцію до збільшення виходу грудних м'язів, м'язів кінцівок, шкіри, легенів і серця.

Результати науково-господарського дослідження показали, що згодовування комбікормів зі змішанолігандним комплексом Цинку, порівняно з сульфатом, дає змогу покращити забійні якості та вихід їстівних частин туші.

Ключові слова: курчата-бройлери, передзабійна жива маса, забійний вихід, маса тушки, маса внутрішніх органів, змішанолігандний комплекс Цинку, сульфат Цинку.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-50-56

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Розведення сучасних порід і кросів м'ясної птиці дало змогу досягти у виробництві продукції цієї галузі найвищого рівня рентабельності, а для подальшої її інтенсифікації необхідно розробляти способи збільшення конверсії поживних речовин корму у продукцію [1, 5, 7, 8, 14, 20]. Повноцінне мінеральне живлення є однією з основних передумов підвищення продуктивності птиці, тому що відсутність або нестача окремих мінеральних елементів, а також порушення співвідношення між їх умістом у комбікормах призводить до зниження рівня використання поживних речовин кормів і, як наслідок, до зниження продуктивності птиці [2, 10, 12, 19, 27, 30].

Встановлено, що мінеральні елементи, які надходять з кормами і кормовими добавками до організму птиці, беруть участь у ферментативних процесах з перетравлювання поживних речовин кормів, їх всмоктування, синтезу, розпаду і виділення продуктів обміну з організму. Вони також створюють необхідні умови для нормального функціонування ферментів, гормонів, вітамінів, стабілізують кислотно-лужну рівновагу і осмотичний тиск [10, 13, 17].

Сучасні дослідження у галузі годівлі птиці дали змогу внести суттєві зміни у технологію виробництва продукції птахівництва. Останнім часом стали дедалі більше уваги приділяти забезпеченості раціонів птиці мікроелементами. Важливе значення серед мінеральних елементів відіграє метал-біотик Цинк, який обов'язково додають до складу комбікормів [18, 22, 24, 28].

Роль Цинку в організмі тварин полягає в тому, що він є необхідним компонентом або активатором багатьох ферментів та гормонів, впливає на обмін в організмі білків, жирів і вуглеводів, зміцнює імунну систему, впливає на виводимість курчат-бройлерів. Нестача Цинку в організмі курчат-бройлерів призводить передусім до порушень у синтезі білка, у результаті чого пригнічується їх ріст та збільшуються строки вирощування [3, 6, 9, 11, 23, 25, 31]. Тривала нестача Цинку в комбікормах батьківського стада м'ясної птиці призводить до зменшення його рівня в плазмі крові, кістковій тканині, підшлунковій залозі, печінці, нирках. При цьому знижується активність фосфатази в плазмі крові, кістках і дванадцятипалій кишці, карбоангідрази крові, карбоксипептидази А і В підшлункової залози, лактатдегідрогенази серця, скелетних м'язів, нирок, алкогольдегідрогенази сім'яників. У кінцевому результаті це призводить до зниження виводимості через погану заплідненість яєць [12, 21, 25, 29, 30].

Цинк є структурним компонентом або необхідний для каталітичної активності понад 200 металоферментів, задіяних у різних метаболічних процесах: ДНК- та РНК-полімерази, дегідрогенази, карбоксипептидази, фосфатази, супероксиддисмутази, алкогольдегідрогенази, піруват-карбоксилази та ін. [10, 26].

Метою дослідження було встановити вплив застосування у складі комбікормів сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку на забійні показники курчат-бройлерів.

Матеріал і методи дослідження. Науково-господарський дослід з вивчення впливу згодовування у складі комбікормів сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку на забійні показники курчат-бройлерів проводили за методом груп. У добовому віці відібрали 150 курчат-бройлерів, з яких за принципом аналогів сформували три групи: одну контрольну та дві дослідні по 50 голів у кожній (25 півників і 25 курочок). Курчат одержано від батьківського стада, яке було вирощене і утримувалось на птахофермі ННДЦ Білоцерківського НАУ. Підбираючи аналоги, враховували вік і живу масу курчат-бройлерів [4, 15, 16].

До двотижневого віку поголів'я дослідних курчат-бройлерів утримували у кліткових батареях по 25 голів у клітці, з двотижневого віку і до забою – у таких самих кліткових батареях, але концентрацію поголів'я було зменшено до 7–8 голів у клітці.

Для годівлі дослідних курчат-бройлерів використовували гранульовані повнораціонні комбікорми. До 5-добового віку (зрівняльний період) курчатам-бройлерам згодовували комбікорми виробництва Миронівського комбікормового заводу "Київ-Атлантик-Україна". Для годівлі курчат з 5-добового віку (обліковий період) для кожної групи комбікорми готували безпосередньо в ННДЦ БНАУ згідно з розробленою рецептурою з розрахунку на 4 доби використання. Належний рівень Цинку у комбікормах забезпечували за рахунок введення сульфату і змішанолігандного комплексу Цинку.

Весь виробничий цикл поділяли на 3 періоди – 5–21, 22–35 і 36–42 діб, із застосуванням комбікормів з різною концентрацією Цинку, що передбачалося схемою досліді (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема першого науково-господарського досліді

Віковий період, діб	Група курчат-бройлерів		
	1-а контрольна	дослідні	
		2-а	3-я
	Доза введення Цинку, г/т комбікорму		
5–21	60,0*	60,0**	45,0**
22–35	50,0*	50,0**	37,5**
36–42	40,0*	40,0**	30,0**

Примітка: * – за рахунок сульфату Цинку; ** – за рахунок змішанолігандного комплексу Цинку.

Як свідчать дані таблиці 1, концентрація Цинку в комбікормах зі зростанням віку птиці знижувалася.

Результати дослідження. Контрольний забій, який було проведено після завершення науково-господарського досліді, показав, що використання сульфату і змішанолігандного comple-

ксу Цинку у різних дозах неоднаково вплинуло на забійні показники птиці контрольної і дослідних груп (табл. 2).

Таблиця 2 – Забійні якості піддослідних курчат, г (n=50)

Показник	Група		
	1-а	2-а	3-я
Передзабійна жива маса	2437,3±28,90	2549,3±28,43	2649,3±28,62**
% до контролю	–	104,6	108,7
Маса непатраної тушки	2223,33±18,46	2338,00±27,39*	2429,67±26,21**
% до контролю	–	105,2	109,3
Маса напівпатраної тушки	2041,67±24,29	2144,67±21,28*	2230,33±22,98**
% до контролю	–	105,0	109,2
Маса патраної тушки	1857,00±24,02	1936,67±31,55	2038,33±25,25**
% до контролю	–	104,3	109,8
Маса їстівних частин: м'язи грудні	445,00±6,56	467,67±8,65	496,00±9,07*
% до контролю	–	105,1	111,5
м'язи кінцівок	399,67±6,12	420,33±7,45	443,33±7,17*
% до контролю	–	105,2	110,9
шкіра	144,67±1,45	151,33±2,33	156,00±5,03
% до контролю	–	104,6	107,8
внутрішній жир	40,33±1,45	42,67±2,40	45,33±2,19
% до контролю	–	105,8	112,4
печінка	42,00±1,73	44,67±1,86	45,33±1,76
% до контролю	–	106,3	107,9
легені	13,33±0,67	14,00±1,00	15,33±0,33
% до контролю	–	105,0	115,0
нирки	9,33±0,33	9,67±0,33	9,67±0,33
% до контролю	–	103,6	103,6
м'язовий шлунок	52,67±1,20	53,33±1,45	55,00±1,53
% до контролю	–	101,3	104,4
серце	11,33±0,33	12,00±0,58	13,33±0,33*
% до контролю	–	105,9	117,6

Примітка: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з контрольною групою.

Так, найбільшою передзабійна жива маса (2649,3 г) була у курчат-бройлерів 3-ї групи, які споживали комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку у дозах, що відповідали введенню 45, 37,5 і 30 г елемента на 1 тону комбікорму, і ця різниця була статистично значущою (p<0,01).

У птиці 2-ї групи, яка споживала комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку у дозі, що відповідала введенню на 1 т комбікорму 60, 50 і 40 г елемента, передзабійна жива маса також була більшою, ніж у контрольній групі (2549,3 г), однак статистично значущої різниці за цим показником не встановлено. Загалом передзабійна жива маса курчат-бройлерів другої і третьої груп була більшою від живої маси птиці контрольної групи відповідно на 4,6 і 8,7 %.

Аналіз забійних показників показав, що маса непатраної, напівпатраної і патраної тушки у птиці 3-ї групи була більшою за відповідні показники у контрольної групи на 9,3, 9,2, і 9,8 % (p<0,01). У птиці 2-ї групи, в порівнянні з контролем, статистично значуще збільшення спостерігали тільки за масою непатраної і напівпатраної тушки (p<0,05).

Якщо аналізувати масу їстівних частин, то спостерігали тенденцію до її збільшення у птиці 2-ї і 3-ї дослідних груп, але найбільшою вона була у птиці 3-ї групи, яка споживала комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку у дозах, що відповідали введенню 45, 37,5 і 30 г елемента на 1 тону комбікорму. Так, маса грудних м'язів, м'язів кінцівок, шкіри, внутрішнього жиру, печінки, легенів, нирок, м'язового шлунка і серця у птиці 3-ї групи була на 11,5 %; 10,9; 7,8; 12,4; 7,9; 15,0; 3,6; 4,4 і 17,6 % більшою, ніж у аналогів контрольної групи, однак вірогідну різницю спостерігали лише за масою м'язів грудей, кінцівок і серця. У курчат-бройлерів 2-ї групи маса їстівних частин також переважала їх масу у контрольних аналогів, але вірогідної різниці за цими показниками не встановлено.

Аналіз відносних показників виходу продуктів забою показав, що вони були кращими у птиці, яка споживала комбікорми зі змішанолігандним комплексом Цинку (табл. 3).

Таблиця 3 – Вихід продуктів забою, % (n=50)

Показник	Група		
	1	2	3
Вихід напівпатраної тушки	83,77±0,10	84,13 ±0,13	84,19 ±0,05*
Вихід патраної тушки	76,19 ±0,27	75,96 ±0,39	76,94 ±0,29
Вихід їстівних частин : м'язи грудні	18,26±0,12	18,34±0,14	18,72±0,16
м'язи кінцівок	16,40 ±0,07	16,49 ±0,11	16,73 ±0,13
шкіра	5,94 ±0,01	5,94 ±0,03	5,89 ±0,25
внутрішній жир	1,65 ±0,04	1,67 ±0,08	1,71 ±0,07
печінка	1,72 ±0,051	1,75 ±0,054	1,71 ±0,054
легені	0,55 ±0,029	0,55 ±0,034	0,58 ±0,013
нирки	0,38 ±0,010	0,38 ±0,009	0,36 ±0,009
м'язовий шлунок	2,16 ±0,026	2,09 ±0,036	2,08 ±0,036
серце	0,46 ±0,009	0,47 ±0,018	0,50 ±0,009*

Примітка: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з контрольною групою.

Так, вихід напівпатраної тушки був найбільшим у курчат-бройлерів 3-ї дослідної групи (84,19 %, p<0,05).

У курчат 2-ї і 3-ї дослідних груп спостерігали тенденцію до збільшення виходу грудних м'язів, м'язів кінцівок, шкіри, легенів і серця, але вірогідної різниці за цими показниками у птиці контрольної і дослідних груп не встановлено, за винятком виходу серця.

У результаті проведених досліджень встановлено, що введення до складу комбікорму курчат-бройлерів змішанолігандного комплексу Цинку має переваги над введенням сульфату, оскільки у птиці покращуються забійні якості та збільшується вихід їстівних частин туші.

Висновки. Згодовування курчатам-бройлерам комбікормів зі змішанолігандним комплексом Цинку, в порівнянні з сульфатом, дає змогу покращити забійні якості (передзабійна маса збільшується на 8,6 %) та вихід їстівних частин туші. Оптимальною є доза, що відповідає введенню 37,5 г елемента на 1 тону комбікорму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Акбаев М., Малофеева Н. Резервы повышения продуктивности бройлеров. Птицеводство. 2003. №7. С. 5–7.
- Біологічна роль мікроелементів в організмі тварин / Кравців Р.Й. та ін. Науковий вісник ЛНАВМ ім. Л.Г. Гжицького. 2004. Т.7. № 2. Ч. 6. С. 63–70.
- Борисенко В.Г., Ястребов К.Ю., Іонов І.Д. Амінокислотне живлення. Сучасне птахівництво. 2004. № 10. 9 с.
- Бородай В.П., Задорожній А., Задорожня Г. Стан та напрями наукових досліджень у годівлі птиці. Науковий вісник НАУ. 2003. Вип. 63. С. 109–111.
- Вайзелін Г.Н., Левоско М.Ю. Откормочные и мясные качества цыплят-бройлеров при использовании инновационных технологий. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 7. С. 32–42.
- Вертігчук А.І., Глебова Ю.А. Вплив годівлі птиці на якість продукції. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 179. С. 136–142.
- Воронов М., Абдулхалимов Р. Результаты откорма бройлеров отечественных и зарубежных кроссов. Птицеводство. 2005. № 7. 6 с.
- Вяйзенен Г.Н., Вяйзенен Г.А., Токарев А.И. Новое в промышленном производстве экономически чистого мяса бройлеров. Зоотехния. 2004. № 2. С. 30–32.
- Денин Н., Кашеваров М. Кормовой белок: решение проблемы. Птицеводство. 2002. № 8. С. 10–12.
- Лемешева М.М. Амінокислотне живлення птиці. Сучасне птахівництво. 2003. № 12. 17 с.
- Мельник А.Ю. Деякі показники мінерального та ліпідного обміну у курчат-бройлерів 33-добового віку за використання препарату декавіт. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Ветеринарна медицина». 2015. № 7 (37). С. 44–47.
- Мельник В. Вирощування бройлерів. Сучасне птахівництво. 2003. № 12. С. 18.
- Меркурьєва Е.К. Генетика с основами биометрии. М.: Колос. 1983. 424 с.
- Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. Ібатуліна І.І., Журовсько-го О.М. К.: Аграр. наука. 2017. 328 с.
- Мінеральне живлення тварин / Кліценко Г. Т., та ін. Київ: Світ, 2001. 575 с.
- Особливості накопичення міді та цинку в тканинах курчат-бройлерів при їх вирощуванні на комбікормах з комплексними сполуками мікроелементів / Малого Л.В., та ін. Наукові доповіді НАУ. 2008. 2 (10) С. 1–8.
- Медвідь С.М., Гунчак А.В., Гутий Б.В., Ратич І. Б. Перспективи раціонального забезпечення курчат-бройлерів мінеральними речовинами. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2017. Т.19. № 79. С. 127–134.

18. Поліщук А.А., Т.П. Булавкіна. Сучасні кормові добавки в годівлі тварин та птиці. Ефективні корми та годівля. 2010. №7. С. 24–28.
19. Ричардс Д.Д., Гизен Э. Е., Ширли Р.Б. Органические микроэлементы: неотъемлемый компонент современного кормления. Ефективне птахівництво. 2011. № 3(75). С. 28–31.
20. Сичов М. Фазова годівля бройлерів. Наше птахівництво. 2017. № 5. С. 66–68.
21. Юрченко В. В. Зниження забруднення довкілля за рахунок факторів годівлі птиці. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. 2013. Вип. 26(1). С. 135–141.
22. Янович Д.В. Вікові зміни вмісту цинку і міді в тканинах курей. Біологія тварин. 2002. Т.4. № 1–2. С.92–95.
23. Ястребов К.Ю., Чигрин А.І. Нормоване протеїнове живлення. Сучасне птахівництво. 2003. № 6. С. 12–13.
24. Brzóska M. M., Moniuszko-Jakoniuk J. Interactions between cadmium and zinc in the organism. Food Chem. Toxicol. 2001. Vol. 39. P. 967–980.
25. Cu/Zn superoxide dismutase expression in the postnatal rat brain following an excitotoxic injury / H. Peluffo, L. Acarin, et al. J. Neuroinflammation. 2005. Vol. 2. P. 12.
26. Laity J. H., Andrews G. K. Understanding the mechanisms of zinc-sensing by metal-response element binding transcription factor-1 (MTF-1). Arch Biochem Biophys. 2007. Vol. Jul 15, № 463(2). P. 201–210.
27. Mechanisms of mammalian zinc-regulated gene expression / Jackson K. A., et al. Biochem Soc Trans. 2008. Vol. Dec. 36. № 6. P. 1262–1266.
28. Maret W. The function of zinc metallothionein: A link between cellular zinc and redox state. J. Nutrition. 2000. 130. № 5. P. 1455–1458.
29. Palmiter R. D. Protection against zinc toxicity by metallothionein and zinc transporter. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2004. Vol. 101. № 14. P. 4918–4923.
30. Sensi S.L., Jeng J.M. Rethinking the excitotoxic ionic milieu: the emerging role of Zn²⁺ in ischemic neuronal injury. Curr. Mol. Med. 2004. Vol. 4. P. 87–111.
31. King J.C., Cousins R.J. Zinc. In: Modern Nutrition in Health and Disease (10th ed.) / edited by Shils M. E., et al. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 2005. P. 271–285.

REFERENCES

1. Akbaev, M., Malofeeva, N. (2003). Rezervy povysheniya produktivnosti brojlerov [Reserves to increase the productivity of broilers]. Pticevodstvo [Poultry farming]. no. 7, pp. 5–7.
2. Kravciv, R.J. (2004). Biologichna rol' mikroelementiv v organizmi tvarin [Biological role of microelements in the body of animals]. Naukovij visnik LNAVM im. L.G. Ġzhic'kogo [Scientific herald of LNAVM them. Lg Gzhytsky]. Vol. 7, no. 2, Part 6, pp. 63–70.
3. Borisenko, V.G., Jastrebov, K.Ju., Ionov, I.D. (2004). Aminokislотноe zhivlennja [Amino Acid Nutrition]. Suchasne ptahivnictvo [Contemporary Poultry Farming]. no. 10, 9p.
4. Borodaj, V.P., Zadorozhnyj, A., Zadorozhnyj, G. (2003). Stan ta naprjamy naukovih doslidzen' u godivli ptici [The state and trends of research in the feeding of poultry]. Naukovij visnik NAU [Scientific herald of NAU]. Issue 63, pp. 109–111.
5. Vajzelin, G.N., Levosko M. Ju. (2011). Otkormochnye i mjasnye kachestva cypljat-brojlerov pri ispol'zovanii innovacionnyh tehnologij [Feeding and meat qualities of broiler chickens when using innovative technologies]. Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Farm animal feeding and fodder production]. no. 7, pp. 32–42.
6. Vertijchuk, A.I., Glebova, Ju. A. (2012). Vpliv godivli ptici na jakist' produkcii [Influence of feeding on quality of produce]. Naukovij visnik Nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannja Ukraini. Ser.: Tehnologija virobnictva i pererobki produkcii tvarinnictva. [Scientific herald of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Technology of production and processing of livestock products]. Issue 179, pp. 136–142.
7. Voronov, M., Abdulhalimov, R. (2005). Rezul'taty otkorma brojlerov otechestvennyh i zarubezhnyh krossov [The results of fattening broilers domestic and foreign crosses]. Pticevodstvo [Poultry farming]. no. 7, 6p.
8. Vjaznen, G.N., Vjaznen, G.A., Tokarev, A.I. (2004). Novoe v promyshlennom proizvodstve jekonomicheskij chistogo mjaso brojlerov. [New in the industrial production of economically pure broiler meat]. Zootechny. no. 2, pp. 30–32.
9. Denin, N., Kashevarov, M. (2002). Kormovoj belok: reshenie problemy [Feed protein: problem solving]. Poultry farming. no. 8, pp. 10–12.
10. Lemesheva, M.M. (2003). Aminokislотноe zhivlennja ptici [Amino Acid Bird Feed]. Suchasne ptahivnictvo [Contemporary Poultry Farming]. no. 12, 17 p.
11. Mel'nik, A. Ju. (2015). Dejaki pokazniki mineral'nogo ta lipidnogo obminiv u kurchat-brojleriv 33-dobovogo viku za vikoristannja preparatu dekaavit [Some indicators of mineral and lipid metabolism in broiler chicks of 33 days of age for the use of decaavit]. Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Serija: «Veterinarna medicina» [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: "Veterinary Medicine"]. no. 7 (37), pp. 44–47.
12. Mel'nik, V. (2003). Viroshhuvannja brojleriv [Growing broilers]. Suchasne ptahivnictvo [Contemporary Poultry Farming]. no. 12, 18p.
13. Merkur'eva, E.K. (1983). Genetika s osnovami biometrii [Genetics with the basics of biometrics]. Moscow, Kolos. 424 p.
14. Ibatulina, I.I., Zhurov'skogo, O.M. (2017). Metodologija ta organizacija naukovih doslidzen' u tvarinnictvi: posibnik [Methodology and organization of research in animal husbandry: manual]. Kyiv, Agrarian science. 328 p.
15. Klicenko, G.T., Kulik, M.F., Kosenko, M.V. (2001). Mineral'ne zhivlennja tvarin [Mineral feeding of animals]. Kyiv: Svit, 575 p.
16. Maljuga, L.V., Mihal's'ka, V.M., Shevchenko, L.V. (2008). Osoblivosti nakopichennja midi ta cinku v tkaninah kurchat-brojleriv pri Ġh viroshhuvanni na kombikormah z kompleksnimi spolukami mikroelementiv [Features of the accumulation of copper and zinc in the tissues of broiler chickens when they are grown on mixed fodders with complex compounds of trace elements]. Naukovi dopovidi NAU [Scientific reports of NAU]. 2 (10), pp. 1–8.

17. Medvid', S.M., Gunchak, A.V., Gutij, B.V., Ratich, I.B. (2017). Perspektivi racional'nogo zabezpechennja kurchat-brojleriv mineral'nimi rehovinami [Prospects for rational supply of broiler chickens with mineral substances]. Naukovij visnik L'vivskogo nacional'nogo universitetu veterinarnoї medicini ta biotekhnologij imeni S.Z. Gzhytskyj. Vol. 19, no.79, pp. 127–134.
18. Polishhuk, A.A., Bulavkina, T.P. (2010). Suchasni kormovi dobavki v godivli tvarin ta ptici [Modern feed additives for feeding animals and poultry]. Efektivni kormi ta godivlja [Effective feeding and feeding]. no.7, pp. 24–28.
19. Richards, D.D., Gizen, Je. E., Shirli, R.B. (2011). Organicheskie mikrojelementy: neot#emlemyj komponent sovremennogo kormlenija [Organic micronutrients: an integral component of modern feeding]. Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]. no. 3(75), pp. 28–31.
20. Sichov, M. (2017). Fazova godivlja brojleriv [Phase feeding of broilers]. Nashe ptahivnictvo [Our poultry farming]. no.5, pp. 66–68.
21. Jurchenko, V.V. (2013). Znizhennja zabrudnennja dovkillja za rahunok faktoriv godivli ptici [Reduction of environmental pollution due to the factors of feeding birds]. Problemi zoinzhenerii ta veterinarnoї medicini [Problems of zoineering and veterinary medicine]. Issue 26(1), pp. 135–141.
22. Janovich, D.V. (2002). Vikovi zmini vmistu cinku i midi v tkaninah kurej [Age changes in the content of zinc and copper in the tissues of chickens]. Biologija tvarin [Biology of animals]. Vol. 4, no. 1–2, pp.92–95.
23. Jastrebov, K.Ju., Chigrin, A.I. (2003). Normovane protei#nove zhivlennja [Normified protein feed]. Suchasne ptahivnictvo [Contemporary Poultry Farming]. no. 6, pp. 12–13.
24. Brzóška, M. M., Moniuszko-Jakoniuk, J. (2001). Interactions between cadmium and zinc in the organism. Food Chem. Toxicol. Vol. 39, pp. 967–980.
25. Peluffo, H., Acarin, L.J. (2005). Cu/Zn superoxide dismutase expression in the postnatal rat brain following an excitotoxic injury. Neuroinflammation. Vol. 2, 12 p.
26. Laity, J. H., Andrews, G. K. (2007). Understanding the mechanisms of zinc-sensing by metal-response element binding transcription factor-1 (MTF-1). Arch Biochem Biophys. Vol. Jul 15, no.463(2), pp. 201–210.
27. Jackson, K. A., Valentine, R. A., Coneyworth, L. J. (2008). Mechanisms of mammalian zinc-regulated gene expression. Biochem Soc Trans. Vol. Dec.36, no. 6, pp. 1262–1266.
28. Maret, W. (2000). The function of zinc metallothionein: A link between cellular zinc and redox state. J. Nutrition. 130, no. 5, pp. 1455–1458.
29. Palmiter, R.D. (2004). Protection against zinc toxicity by metallothionein and zinc transporter. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 101, no. 14, pp. 4918–4923.
30. Sensi, S.L., Jeng, J.M. (2004). Rethinking the excitotoxic ionic milieu: the emerging role of Zn²⁺ in ischemic neuronal injury. Curr. Mol. Med. Vol. 4, pp. 87–111.
31. King, J.C., Cousins, R.J., Shils, M.E., Shike, M., Ross, A.C. (2005). Zinc. In: Modern Nutrition in Health and Disease (10th ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. pp. 271–285.

Убойные показатели цыплят-бройлеров при скармливании комбикормов с сульфатом и смешаннолигандным комплексом Цинка

Редька А.И., Бомко В.С., Сломчинский М.Н.

Эффективность использования сульфата и смешаннолигандного комплекса Цинка и влияние их скармливания на убойные показатели цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 изучали после завершения научно-хозяйственного опыта и контрольного убоя, проведенного в помещении вивария Белоцерковского национального аграрного университета.

Разница в условиях кормления между группами заключалась в том, что для птицы первой группы, в зависимости от возраста, было изготовлено комбикорм с использованием сульфата Цинка в дозе, соответствующей введению на 1 т комбикорма 60, 50 и 40 г элемента (контроль), для второй – с использованием смешаннолигандного комплекса Цинка в дозе, что также соответствует введению на 1 т комбикорма 60, 50 и 40 г элемента, а для третьей – с использованием смешаннолигандного комплекса Цинка в дозе, соответствующей введению на 1 т комбикорма 45, 37,5 и 30 г элемента.

Добавки Цинка в комбикорма вводили путем многоступенчатого смешивания, что позволило равномерно распределить элемент по всей массе.

Условия содержания и показатели микроклимата в помещении были идентичными для птицы контрольной и опытных групп и соответствовали установленным гигиеническим нормативам.

После окончания научно-хозяйственного опыта провели контрольный убой, который показал, что использование сульфата и смешаннолигандного комплекса Цинка в различных дозах неодинаково повлияло на убойные показатели птицы контрольной и опытных групп. Так, наибольшая предубойная живая масса (2649,3 г) была у цыплят-бройлеров третьей группы, которые потребляли комбикорма со смешаннолигандным комплексом Цинка в дозах, соответствующих введению 45, 37,5 и 30 г элемента на тонну комбикорма, и эта разница была достоверной ($p < 0,01$). У птицы второй группы, которая потребляла комбикорма со смешаннолигандным комплексом Цинка в дозах, соответствующих введению на 1 т комбикорма 60, 50 и 40 г элемента, предубойная живая масса также была больше, чем в контрольной группе (2549,3 г), но статистически значимой разницы по этому показателю не установлено. Предубойная живая масса цыплят-бройлеров второй и третьей групп была больше живой массы птицы контрольной группы соответственно на 4,6 и 8,7 %.

Касательно массы непотрошеной тушки, она также была больше у птицы 2-й и 3-й опытных групп, а разница была достоверной.

Анализ относительных показателей выхода продуктов убоя показал, что они были лучше у птицы, которая потребляла комбикорма со смешаннолигандным комплексом Цинка. Так, выход полупотрошеной тушки был самым большим у цыплят-бройлеров 3-й опытной группы (84,19 %), а разница по этому показателю в сравнении с контролем была достоверной ($p < 0,05$).

У цыплят 2-й и 3-й опытных групп наблюдалась тенденция к увеличению выхода грудных мышц, мышц конечностей, кожи, легких и сердца.

Результаты научно-хозяйственного опыта показали, что скормливание комбикорма со смешаннолигандным комплексом Цинка, по сравнению с сульфатом, позволяет улучшить убойные качества и выход съедобных частей туши.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, предубойный живой вес, убойный выход, масса тушки, масса внутренних органов, смешаннолигандный комплекс Цинка, сульфат Цинка.

The feeding of the broiler chickens on fodder with sulphate and Zinc mixed ligand complex and their slaughter characteristics

Redka A., Bomko V., Slomchynskyi M.

The effectiveness of the use of sulfate and the mixed zinc ligand complex Zinc and the effect of their feeding on the slaughter indicators of broilers of the Cobb-500 cross were studied after the completion of scientific and economic experience and control slaughter conducted in the premises of the vivarium of the Bila Tserkva National Agricultural University.

The difference in feeding conditions between the groups was that for the poultry of the first group, depending on age, compound feed was prepared using zinc sulfate in a dose corresponding to the introduction of 60, 50 and 40 g of element per 1 ton of feed (control), for the second - using a mixed zinc ligand complex at a dose that also corresponds to the introduction of 60, 50 and 40 g of element per 1 ton, and for the third - using a zinc mixed mixed ligand complex at a dose corresponding to the introduction of 45, 37.5 and 30 g.

Zinc concentration in the mixed fodder decreased as the age of birds increased. The control slaughter, which has been carried out after the experiment, shows that the different dose use of Sulphate and Zinc mixed ligand complex differently influences on the slaughter characteristics of the control and experimental bird groups. Thus, the largest pre-slaughter weight (2649.3 g) of broiler chicks of the 3rd group is ($p < 0.01$) if they consume mixed fodder with a mixed ligand complex of Zinc at doses corresponding to the adding of 45, 37.5 and 30 g of the element per 1 ton of mixed fodder.

The pre-slaughter weight of the 2nd group, which has consumed mixed fodder with Zinc mixed ligand complex at a dose corresponding to adding 60, 50 and 40 g of the element per 1 ton of feed is also higher than in the control group (2549.3 g). But the probable difference for this index is not established. In general, the pre-slaughtered weight of the 2nd and 3rd group is higher than the weight of the the control group, respectively by 4.6 and 8.7 %.

Regarding the mass of the gutted carcass, it was also greater in the birds of the 2nd and 3rd experimental groups, and the difference was significant.

An analysis of the relative indicators of the yield of slaughter products showed that they were better in poultry that consumed compound feeds with a mixed zinc ligand complex. So, the output of a half-gutted carcass was the largest among broilers of the 3rd experimental group (84.19 %), and the difference in this indicator compared with the control was significant ($p < 0.05$).

Chickens of the 2nd and 3rd experimental groups showed a tendency to increase the output of the pectoral muscles, muscles of the limbs, skin, lungs and heart.

The results of scientific and economic experience have shown that feeding compound feed with the mixed zinc ligand complex, in comparison with sulfate, can improve the slaughter quality and yield of edible carcasses.

The relative index analysis of the slaughter products reveals that the poultry fed on Zinc mixed ligand complex, has better result.

Thus, the yield of a semi-eviscerated carcass is the highest in broiler chicks of the experimental group № 3 (84.19 %), and the difference in this characteristics has been compared with the control group ($p < 0.05$).

There is an output increasing tendency of the thoracic muscles, limb muscles, skin, lung and heart in the 2nd and 3rd experimental group. But the probable difference of these indexes in the control and experimental groups has not been established, except for the heart output.

Thus, it can be concluded that broiler chicks fed on fodder with Zinc mixed ligand complex, in comparison with Sulfate one, makes it possible to improve the slaughter characteristics and the yield of edible parts of the carcass, and the optimum dose is equivalent to 37.5 g of the element per 1 ton of the feed.

Key words: broiler chickens, pre-slaughter weight, slaughter yield, carcass weight, mass of internal organs, Zinc mixed ligand complex, Zinc sulfate.

Надійшла 25.03.2019 р.

УДК 636.2.034: 636.2.085.12

КОЗИНЕЦЬ А.І.

ГОЛУШКО О.Г.

КОЗИНЕЦЬ Т.Г.

НАДАРИНСЬКА М.А.

РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з тваринництва»

largo@yandex.ru

largo80@yandex.ru

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У РАЦІОНІ

У статті наведено дані досліджень зі встановлення ефективності використання в раціонах високопродуктивних корів мінеральних кормових добавок з використанням наночастинок мікроелементів: міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену.

Згодовування коровам наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від введених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяє збільшенню вмісту в крові лейкоцитів на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобіну – на 3,7 і гематокриту – на 1,6 % в порівнянні з показниками контрольної групи.

Використання в раціонах високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену сприяло збільшенню середньодобового надою молока 3,6 % жирності на 0,9 і 1,4 кг, або на 4,1 і 6,4 % по відношенню до контрольної групи.

Введення в раціони високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від введених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло зниженню питомої ваги кормів у структурі собівартості і отриманню додаткової продукції в кількості 105,3 і 163,8 руб. від однієї корови за період досліджень.

Ключові слова: корови, раціони, наночастинок, мікроелементи, кров, продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-57-63

Постановка проблеми. Результати численних наукових досліджень і практичний досвід свідчать про неможливість отримання високої продуктивності і підтримування здоров'я тварин без їх забезпечення мікроелементами в необхідній кількості і доступній формі [3, 5–7, 9, 11, 15, 17]. Як необхідний складник багатьох біологічно активних сполук – білків, ферментів, гормонів, вітамінів, пігментів, або маючи вплив на їх функції, мікроелементи беруть участь у різноманітних процесах життєдіяльності і обміну речовин в організмі [1, 4, 8, 12, 16, 18–22].

Дефіцитні мікроелементи дають тваринам у вигляді солей цих мікроелементів. Відомо, що сірчанокислі солі мікроелементів (сірчанокисле залізо, сірчанокисла мідь, сірчанокислий цинк) антагоністичні по відношенню до вітамінів, ферментів та інших біологічно активних речовин, що входять до складу комбікормів. Однак на практиці їх використовують у складі рецептів преміксів, хоча з точки зору кількості хімічного елемента, фізико-хімічних і технологічних властивостей, найкращими є оксиди мікроелементів. Біодоступність мікроелементів із сірчанокислих і вуглекислих солей коливається в межах 40–80 % і залежить від багатьох чинників [2, 13, 14, 23].

Аналіз останніх досліджень. Назарова [10] встановила, що нанокристалічні метали (залізо, кобальт і мідь) можна використовувати як стимулятори обмінних процесів, що підвищують продуктивність тварин і поліпшують загальний фізіологічний стан, в кількості 0,08 мг/кг живої ваги на добу нанопорошку заліза, 0,02 і 0,04 мг/кг живої маси нанопорошку кобальту і міді. Використання нанометалів у складі комбікорму значно поліпшило показники мінерального обміну в організмі. Так, збільшився вміст у сироватці крові мінеральних речовин: калію, натрію, кальцію, фосфору, хлору, заліза і міді.

Використання наночастинок цинку як альтернативи звичайним мінеральним джерелам під час годівлі сільськогосподарських тварин позитивно впливає на продуктивність, імунну систему і процес відтворення. Дослідженнями Mishra et al. [25] і Lina et al. [26] виявлено підвищення продуктивності і ефективності використання кормів поросятами і птицею у разі введення в раціони наночастинок цинку. Yang and Sun [29] встановили підвищення середньодобового приросту на 10,0, 18,2 і 11,6 % і зниження частоти діареї на 27,1, 30,8 і 33,6 %, відповідно, у відлучених поросят за згодовування наночастинок цинку. Tsai et al. [30], вивчаючи вплив нанорозмірного оксиду цинку (розмір часток становив 142 ± 15 нм) на засвоєння цинку в

організмі курей-несучок і товщину яєчної шкаралупи, встановили його позитивний вплив у порівнянні з введенням звичайного оксиду цинку.

Rajendran et al. [27] виявили тенденцію до зниження кількості соматичних клітин молока за годівлювання коровам наночастинок ZnO. Включення наноцинку в раціони корів також сприяло збільшенню виробництва молока та підвищенню імунітету.

В ДУ «Інститут фізико-органічної хімії Національної академії наук Білорусі» розроблено технологію і отримано наночастинок металів заліза, міді, цинку, марганцю, селену, кобальту у вигляді емульсії Наноплант як мікродобриво для вирощування огірків, томатів, для передпосівної обробки насіння ячменю. Встановлено, що Наноплант за меншої дози мікроелементів у 100–150 разів сприяє кращому розвитку рослин і підвищенню врожайності на 19 % порівняно з сольовим розчином, тобто метали в електронейтральній формі мають низку істотних переваг порівняно з елементами у вигляді солей. Головне – нанометали майже в десять разів краще засвоюються, ніж неорганічні добавки.

Мета дослідження – встановити ефективність використання в раціонах високопродуктивних корів мінеральних кормових добавок з використанням наночастинок мікроелементів міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену.

Матеріал і методи дослідження. З метою визначення норм введення і ефективності використання наночастинок мікроелементів у раціонах високопродуктивних корів було проведено науково-господарський дослід в ДП «ЖодіноАгроПлемЕліта» Смолевицького району Мінської області на дійному поголів'ї корів упродовж 6 місяців за схемою, представленою в таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема науково-господарського дослідів

Група	Кількість тварин	Тривалість, днів	Осоливості годівлі
I контрольна	24	180	Основний раціон (ОР) + премікс П 60-3 стандартний
II дослідна	24	180	ОР + премікс П 60-3 стандартний + 1% від внесених преміксом наночастинок міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену
III дослідна	24	180	ОР + премікс П 60-3 стандартний + 2% від внесених преміксом наночастинок міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену

Умови утримання тварин були однаковими. Годівлю здійснювали відповідно до норм (2003), доїння триразове, напування з автонапувалок, утримання прив'язне.

Препарат наночастинок до раціону тварин вводили як у зимово-стійловий період (перша частина дослідів), так і в літній період (друга частина дослідів).

У зимовий період корів годували кормосумішшю, до складу якої входили силос кукурудзяний, сінаж різнотравний, солома. Загальне споживання суміші об'ємистих кормів у контрольній групі становило 34,1 кг, що відповідало 50 % за поживністю від загального раціону. У другій і третій дослідних групах встановлено збільшення споживання суміші об'ємистих кормів на 2,9 і 0,9 кг, і відповідно, об'ємисті корми становили 52,0 і 50,7 % від загальної поживності раціону. Концентровані корми (макуха ріпакова і комбікорм власного виробництва) роздавали тваринам нормовано і окремо від об'ємистих кормів з розрахунку 350 г на літр молока на голову на добу. У розрахунку на 1 кг сухої речовини раціони всіх дослідних груп були практично однакові й містили 10,5–10,6 МДж обмінної енергії, 13,2–13,4 % сирого протеїну, 3,1 % сирого жиру, 18,8–19,1 % клітковини, 26,3–26,7 % крохмалю і 3,2 % цукру. Співвідношення кальцію до фосфору становило 1,5.

У літній період раціони корів склалися з трави на пасовищі і концентратів, а також підгодівлі об'ємистими кормами у вигляді кормосуміші (силосу кукурудзяного, сінажу різнотравного і соломи ячмінної). Споживання кормосуміші об'ємистих кормів у контрольній групі становило 21,1 кг, або 30,6 % від загальної поживності раціону. Корови другої дослідної групи споживали на 1,4 кг кормосуміші більше, ніж контрольні тварини, що відповідало 31,9 % поживності раціону. Споживання суміші об'ємистих кормів коровами третьої дослідної групи було на рівні 21,5 кг, або на 0,4 кг більше контрольних тварин, що відповідало 31 % загальної поживності раціону тварин.

Концентровані корми (комбікорм власного виробництва) давали тваринам унормовано і окремо від об'ємистих кормів з розрахунку 350 г на літр молока на голову на добу. У розрахунку на 1 кг сухої речовини раціони всіх піддослідних груп були практично однакові і містили 10,8 МДж

обмінної енергії, 14,2–14,3 % сирого протеїну, 2,4 % сирого жиру, 19,1–19,3 % клітковини, 25,6–25,8 % крохмалю і 5,8 % цукру. Співвідношення кальцію до фосфору становило 2,0.

Препарати наночастинок металів (заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену) у раціоні корів другої і третьої дослідних груп вносили додатково з розрахунку 1 і 2 % від кількості мікроелементів, які вводили в раціони з преміксом.

У процесі досліджень застосовували зоотехнічні, біохімічні та математичні методи аналізу і вивчали наступні показники:

- поїдання кормів – під час контрольної годівлі один раз у 10 діб за дві суміжні доби на підставі даних зважування заданих кормів та їх залишків;

- якість кормів і гематологічні дослідження визначали в лабораторії біохімічних аналізів РУП «Науково-практичний центр НАН Білорусі з тваринництва».

У кормах визначали: обмінну енергію – розрахунковим шляхом за формулами, вологу – за ГОСТ 13496.3-92, сирий протеїн – за ГОСТ 13496.4-93. п. 2 на автоматичному аналізаторі азоту за К'ельдалем ІДК-159, клітковину – за методом Геннеберг-Штомана на FIWE-6, сирий жир – за ГОСТ 13496.15-97, золу – за ГОСТ 26226-95 п. 1, кальцій – комплексометричним методом у модифікації А. Ф. Афанасьєва, фосфор – за Фіске-Суббороу, макро- і мікроелементи – на атомно-адсорбційному спектрометрі Optima 2100 DV. Відбір проб кормів здійснювали щомісяця впродовж усього науково-господарського досліджу.

Фізіологічний стан тварин оцінювали за гематологічними показниками. Визначали наступні показники: морфофункціональний склад крові формених елементів крові з використанням автоматичного аналізатора «URIT-3000 VetPlus»; біохімічний склад сироватки крові – на приладі «Accent 200». Відбирали кров з яремної вени через 2,5–3 години після годівлі у 5 голів кожної групи. Відбір проб проводили щомісячно впродовж 180 діб досліджу.

Молочну продуктивність у корів вивчали шляхом контрольного доїння. Проби молока відбирали на початку і в кінці дослідження. На початку дослідження тварин було протестовано на мастит.

На підставі показників продуктивності, вартості витрачених кормів, загальних витрат на виробництво продукції проводили розрахунок економічної ефективності використання преміксів у раціонах тварин. Цифрові матеріали оброблено методом варіаційної статистики (П.Ф. Рокицкий, 1973).

Результати дослідження. Згодовування комплексного препарату наночастинок у кількості 2 % від внесених з преміксом позитивно вплинуло на морфологічні показники крові (табл. 2).

Таблиця 2 – **Морфологічні показники крові**

Показник	Період	I група	II група	III група
Еритроцити, 10^{12} /л	1 місяць	5,79±0,15	5,91±0,32	5,87±0,37
	2 місяць	6,02±0,11	5,19±0,30	5,96±0,20
	3 місяць	5,93±0,11	5,59±0,08	6,10±0,32
	4 місяць	4,91±0,21	4,66±0,32	4,88±0,08
	5 місяць	4,90±0,15	5,09±0,44	5,30±0,24
	В середньому	5,51±0,12	5,28±0,16	5,63±0,14
Гемоглобін, г/л	1 місяць	71,6±2,77	78,6±4,18	74,3±5,51
	2 місяць	73,2±2,13	68,6±3,84	75,0±3,11
	3 місяць	73,4±1,36	71,0±2,74	78,3±4,08
	4 місяць	89,0±2,35	84,0±5,56	89,4±2,44
	5 місяць	86,2±2,15	89,4±6,81	90,0±4,11
	В середньому	78,7±1,75	78,6±2,60	81,6±2,11
Гематокрит, %	1 місяць	24,7±0,82	26,5±1,34	25,0±1,91
	2 місяць	25,4±0,68	23,2±1,28	25,2±1,03
	3 місяць	25,0±0,47	24,3±0,85	26,4±1,50
	4 місяць	23,4±1,06	22,6±1,89	22,9±0,67
	5 місяць	23,0±0,80	24,5±2,20	23,8±1,52
	В середньому	24,3±0,37	24,2±0,73	24,7±0,62
Лейкоцити, тис. мм^3	1 місяць	7,44±0,64	8,96±0,48	9,45±1,04
	2 місяць	7,86±0,86	8,58±1,00	9,70±0,90
	3 місяць	7,18±0,74	7,54±0,45	9,83±0,97
	4 місяць	11,96±0,89	11,22±1,55	12,02±0,97
	5 місяць	9,64±0,59	10,24±1,37	10,88±0,76
	В середньому	8,82±0,48	9,31±0,51	10,39±0,43*

Примітка: * – $P < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Встановлено тенденцію до збільшення кількості еритроцитів на 0,2 %, лейкоцитів на – 17,8 (Р <0,05), рівня гемоглобіну на – 3,7 і гематокриту на – 1,6 % за весь період досліджень порівняно з контрольною групою.

Кількість еритроцитів у тварин II дослідної групи по відношенню до контрольної групи знизилася на 4,2 %. Загалом за період досліджень показник гематокриту – здатності крові переносити кисень, що виражається в співвідношенні сумарного обсягу формених елементів до загального об'єму крові, – був на одному рівні.

Рівень гемоглобіну перевищував контрольну групу не тільки середньостатистично за весь період досліджень, а й щомісяця: у перший місяць – на 3,8 %, у другий – на 2,5, у третій – 6,7, у четвертий – 0,4, у п'ятий – на 4,4 %.

Крім того, встановлено що місячне збільшення кількості лейкоцитів у тварин III дослідної групи порівняно з контрольними аналогами: в перший місяць – на 27,0 %, у другий – 23,4, у третій – 36,9, у четвертий – 0,5, у п'ятий – на 12,9 %. Підвищення кількості лейкоцитів у межах фізіологічної норми вважають позитивною ознакою, що свідчить про наявність захисних ресурсів організму.

Продуктивність і якісні показники молока корів за весь період досліджень представлено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Продуктивність і якість молока корів

Показник	I група	II група	III група
Початок дослідю:			
Середньодобовий надій, кг	30,1±2,24	29,5±2,67	30,0±2,08
жирність молока, %	4,32±0,32	3,73±0,41	3,49±0,34
білок молока, %	3,00±0,07	3,06±0,17	2,98±0,17
сечовина, мг/дл	49±4,4	32±5,5	35±4,7
Кінець дослідю (шостий місяць):			
Середньодобовий надій, кг	24,31±1,17	24,33±2,80	20,14±2,21
жирність молока, %	2,78±0,22	2,57±0,35	2,64±0,33
білок молока, %	3,36±0,12	3,35±0,08	3,16±0,15
сечовина, мг/дл	14±0,5	13±0,3	12±0,3
Середнє значення:			
Середньодобовий надій, кг	24,7±0,28	25,5±0,36	25,2±1,35
жирність молока, %	3,18±0,25	3,21±0,30	3,31±0,21
білок молока, %	3,13±0,06	3,14±0,12	3,16±0,05
сечовина, мг/дл	30,5±4,6	29,9±4,2	29,9±5,7
Середньодобовий надій, кг 3,6 % жирністю, кг	21,8	22,7	23,2
% до контролю	100	104,1	106,4

На початку досліджень у період роздою у корів дослідних груп надоювали практично однакову кількість молока – 29,5–30,1 кг. У зв'язку з початком літньо-пасовищного періоду і згодуюванням зелених кормів з третього місяця досліджень (травень) спад лактаційної кривої припинився, і спостерігалася динаміка підвищення продуктивності за одночасного зниження кількості жиру в молоці.

Жирність молока впродовж усього періоду досліджень не мала постійних значень і варіювала залежно від складу раціону, періоду лактації, пори року тощо. У результаті щомісячних досліджень якості продукції встановлено, що вміст жиру в молоці корів першої контрольної групи був на рівні 3,18 %, другої дослідної групи – 3,21, третьої – 3,31 %, або на 0,13 % вищий порівняно з контрольними показниками.

Результати досліджень за 6 місяців показали, що вміст білка в молоці корів I контрольної групи був на рівні 3,00–3,36 %, II дослідної групи – 2,77–3,42, III – 2,98–3,31 %.

Використання в раціонах високопродуктивних корів комплексного препарату наночастинок у кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло збільшенню середньодобової продуктивності молока натуральної жирності на 0,8 і 0,5 кг, або на 3,2 і 2,0 % по відношенню до контрольної групи.

У результаті аналізу економічних показників (табл. 4) встановлено позитивний вплив використання комплексного препарату наночастинок у кількості 1 і 2 % від внесених мікроелементів з преміксом.

Таблиця 4 – Економічні показники виробництва

Показник	Група		
	I	II	III
Вартість середньодобового раціону, руб.	5,975	6,135	6,021
Середньодобовий надій: натурального молока, кг	24,7	25,5	25,2
3,6 % жирності, кг	21,8	22,7	23,2
Загальна вартість витрачених кормів на 1 голову, руб.	1075,5	1104,2	1083,8
Витрачено концентратів за період досліду на 1 голову, кг	1620	1620	1620
Реалізаційна ціна 1 кг молока, руб.	0,65	0,65	0,65
Отримано молока базисної жирності за дослід, кг	3924	4086	4176
+/- до контролю, кг		162	252
Вартість продукції отриманої від 1 корови, руб.	2550,6	2655,9	2714,4
Питома вага кормів у структурі собівартості, %	42	42	40
Вартість додатково отриманої продукції, руб.		105,3	163,8

Встановлено збільшення вартості середньодобових раціонів корів II і III дослідних груп по відношенню до контрольних тварин на 2,7 і 0,8 %, що вплинуло на підвищення загальної вартості витрачених кормів на одну голову за період досліду на 2,7 і 0,8 % відповідно.

За середньої ціни за 1 кг молока 0,65 руб., від кожної корови II дослідної групи за період досліду отримано продукції на суму 2655,9 руб., або на 4,1 % більше порівняно з контрольною групою тварин, що становить 105,3 руб. Від кожної корови III дослідної групи надано молока за період досліджень на суму 2714,4 руб., або на 6,4 % більше в порівнянні з контролем, що становить 163,8 руб.

Питома вага кормів у структурі собівартості II дослідної групи знаходилася на рівні контролю і становила 42 %. У III дослідній групі корів встановлено зниження питомої ваги кормів у структурі собівартості до 40 %.

Висновки. Згодовування коровам наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяє підвищенню вмісту в крові лейкоцитів на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобіну – на 3,7 і гематокриту – на 1,6 % порівняно з показниками контрольної групи.

Використання в раціонах високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену сприяло збільшенню середньодобової продуктивності молока 3,6 % жирності на 0,9 і 1,4 кг, або на 4,1 і 6,4 % порівняно з контрольною групою тварин.

Введення в раціони високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло зниженню питомої ваги кормів у структурі собівартості і отриманню додаткової продукції в кількості 105,3 і 163,8 руб. від однієї корови за період досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева Л. В., Кондакова Л. В. Влияние нанопорошков кобальта и железа на биохимические показатели крови бычков герефордской породы. Зоотехния. 2013. № 6. 23 с.
2. Андрианова Е. Н., Окоелова Т. М. Витаминно-минеральные премиксы с цеолитом. Передовой науч.-произв. опыт в птицеводстве: экспресс-информация. ВНИТИП. Сергиев Посад, 2003. № 1. С.5–7.
3. Окоелова Т.М., Кулаков А.В., Молоскин С.А., Грачев Д.М. Актуальные проблемы применения биологически активных веществ и производства премиксов. Сергиев Посад, 2002. 282 с.
4. Гибалкина Н. И., Федаев А. Н., Скопцов В. А., Кокорев В. А. Влияние хрома на переваримость и использование питательных веществ рационов в организме бычков при откорме. Вестник сельскохозяйственной науки Мордовии. Саранск. 2000. С. 61–67.
5. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных животных / В. А. Кокорев и др. Зоотехния. 2004. № 7. С. 12–16.
6. Кокорев В.А., Федаев А.Н., Гибалкина Н.И. Нормирование хрома в рационах бычков. Зоотехния. 2000. № 4. С. 17–19.
7. Обмен минеральных веществ у животных / В. А. Кокорев и др. Саранск, 1999. 388 с.
8. Кузнецов С.Г., Фраппа С. Минеральные вещества и витамины для производства премиксов. Комбикорма. 2000. № 4. С.35–37.
9. Лебедев Н.И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 96 с.
10. Назарова А.А. Влияние нанопорошков железа, кобальта и меди на физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Рязань, 2009. 20 с.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашников и др. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.

12. Пелевин А.Д., Пелевина Г.А., Венцова И.Ю. Комбикорма и их компоненты. Москва: Де Липринт, 2008. 519 с.
13. Премиксы трепелсодержащие для сельскохозяйственных животных: рекомендации / В. М. Голушко и др. Жодино, 2016. 29 с.
14. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота : монография / И. И. Горячев и др. Витебск, 2014. 172 с.
15. Anderson R.A., Bryden N.A., Polanski M.M., Reiser S. 1990. Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates. Clin. Nutr., 51, P.864–868.
16. Anderson R. A. Chromium in Trace Elements in Human and Animal Nutrition. NewYork:AcademicPress,1987. P.225–229.
17. Anderson R.A. Recent advances in then role chromium in human healthand diseases. Essential and Toxic Trace Elements in Human and Disease.New York:AlanR.Liss.,1988. P.189– 197.
18. Absorption, exertion and distribution of chromium given by mouth to lactating ruminants / M. Anke et al. Arch. Tieremahr. 1971. Bd. 21. P.599–607.
19. Bunner S. P., R. McGinnis Chromium-infused hypoglycemia. Psychosomatics. 1998. Vol. 39. No 3. P. 298–299.
20. Burton I. L., Mallard B. A., Mowat D. N. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early-lactation dairy cows. J. Anim. Sci. 1993. Vol. 71. P. 1532–1539.
21. Chang X., Mowat D. N. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. J. Anim. Sci. 1992. Vol. 70. P. 559–565.
22. Harison D. L., Staples E. L. I. Zinc chromium poisoning in calves. Vet. I. 1955. Vol. 3. P. 63–73.
23. Kornegay E.T., Wang Z., Wood C.M., Lindemann M. D. Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass traits in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 1997. Vol. 75. 1319 p.
24. Langard S. Biological and environmental aspects of chromium. Elsevier Science Publishers, 1979. 285 p.
25. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / T. Lina et al. Chinese Agricultural Science Bulletin. 2009. Vol. 2. P. 1003
26. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / A. Mishra, et al. Indian Journal of Animal Nutrition.2014. Vol. 31. Issue 4. P. 384–388
27. Rajendran D. Application of Nano Minerals in Animal Production System. Research Journal of Biotechnology. 2013. Vol. 8 (3). P. 1–3.
28. Rajendran D., Kumar G., Ramakrishnan S., Shibi T. K. Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide. Research Journal of Biotechnology. 2013. Vol. 8. Issue 5. P. 11–17.
29. Yang Z. P., Sun L. P. Effects of nanometre ZnO on growth performance of early weaned piglets. J. Shanxi Agric. Sci. 2006. Vol. 3. 1024 p.
30. Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens / Y. H. Tsai et al. Animal Feed Science and Technology. 2016. Vol. 213. P. 99–107.

REFERENCES

1. Alekseeva, L.V., Kondakova, L.V.(2013). Vliyanie nanoporoshkov kobalta i zheleza na biohimicheskie pokazateli krovi byichkov gerefordskoy porodyi [The influence of cobalt and iron nanopowders on the biochemical parameters of blood of hereford bulls]. Zootechny. no. 6, 23 p.
2. Andrianova, E.N., Okolelova, T. M.(2003). Vitaminno-mineralnyie premiksi s tseolitom [Vitamin and mineral premixes with zeolite]. Peredovoy nauch.-proizv. opyt v ptitsevodstve:ekspres-informatsiya [Advanced nauch.-proizv. Experience in poultry farming: express information]. VNITIP. Sergiev Posad, no. 1,pp.5–7.
3. Okolelova, T. M., Kulakov, A. V., Moloskin, S. A., Grachev, D. M.(2002). Aktualnyie problemyi primeneniya biologicheskii aktivnyih veshchestv i proizvodstva premiksov [Actual problems of the use of biologically active substances and the production of premixes]. Sergiev Posad, 282 p.
4. Gibalkina, N. I., Fedaev, A. N., Skoptsov, V. A., Kokorev, V. A.(2000). Vliyanie hroma na perevarimost i ispolzovanie pitatelnyih veshchestv ratsionov v organizme byichkov pri otkorme [The effect of chromium on the digestibility and nutrient use of diets in the body of bulls during fattening]. Vestnik selskohozyaystvennoy nauki Mordovii [Bulletin of agricultural science of Mordovia]. Saransk,pp. 61–67.
5. Kokorev,V. A. (2004). Optimizatsiya mineralnogo pitaniya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Optimization of mineral nutrition of farm animals]. Zootechny. no. 7,pp. 12–16.
6. Kokorev, V. A., Fedaev, A. N., Gibalkina, N. I.(2000). Normirovanie hroma v ratsionah byichkov [Rationing of chromium in gobies rations]. Zootechny. no. 4,pp. 17–19.
- 7.Kokorev,V. A. (1999). Obmen mineralnyih veshchestv u zhivotnyih [The exchange of minerals in animals]. Saransk, 388 p.
8. Kuznetsov, S.G., Frappa, S.(2000). Mineralnyie veshchestva i vitaminyi dlya proizvodstva premiksov [Minerals and vitamins for the production of premixes]. Feed.no. 4,pp.35–37.
9. Lebedev, N. I.(1990). Ispolzovanie mikrodobavok dlya povysheniya produktivnosti zhvachnyih zhivotnyih [The use of microadditives to increase the productivity of ruminants]. Leningrad: Agropromizdat, 96 p.
10. Nazarova, A. A.(2009).Vliyanie nanoporoshkov zheleza, kobalta i medi na fiziologicheskoe sostoyanie molodnyaka krupnogo rogatogo skota: avtoref. diss. kand. biol. Nauk [Effect of iron, cobalt and copper nanopowders on the physiological state of young cattle: author. dissertation candidate of biological sciences]. Ryazan, 20 p.
11. Kalashnikov,A. P. (1985). Normyi i ratsionyi kormleniya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Norms and diets feeding farm animals]. Moscow: Agropromizdat, 352 p.
12. Pelevin, A. D., Pelevina, G. A., Ventsova, I.Yu. (2008).Kombikorma i ih komponentyi [Feed and their components].Moscow: De Liprint,519 p.

13. Golushko, V. M. (2016). Premixyi trepelsoderzhaschie dlya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Thripe premixes for farm animals]. Zhodino, 29 p.
14. Goryachev, I. I. (2014). Razrabotka, proizvodstvo i effektivnost primeneniya premiksov v kormlenii molochnogo skota [Development, production and effectiveness of the use of premixes in the feeding of dairy cattle]. Vitebsk, 172 p.
15. Anderson, R. A., Bryden, N. A., Polanski, M. M., Reiser, S. (1990). Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates. Clin. Nutr., 51, pp. 864–868.
16. Anderson, R. A. (1987). Chromium in Trace Elements in Human and Animal Nutrition. New York: Academic Press, pp. 225–229.
17. Anderson, R. A. (1988). Recent advances in the role chromium in human health and diseases. Essential and Toxic Trace Elements in Human and Disease. New York: Alan R. Liss., pp. 189–197.
18. Anke, M. (1971). Absorption, excretion and distribution of chromium given by mouth to lactating ruminants. Arch. Tierernähr. Bd. 21, pp. 599–607.
19. Bunner, S. P., McGinnis, R. (1998). Chromium-infused hypoglycemia. Psychosomatics. Vol. 39, no. 3, pp. 298–299.
20. Burton, I. L., Mallard, B. A., Mowat, D. N. (1993). Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early-lactation dairy cows. J. Anim. Sci. Vol. 71, pp. 1532–1539.
21. Chang, X., Mowat, D. N. (1992). Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. J. Anim. Sci. Vol. 70, pp. 559–565.
22. Harison, D. L., Staples, E. L. I. (1955). Zinc chromium poisoning in calves. Vet. I. Vol. 3, pp. 63–73.
23. Kornegay, E. T., Wang, Z., Wood, C. M., Lindemann, M. D. (1997). Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass traits in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. Vol. 75, 1319 p.
24. Langard, S. (1979). Biological and environmental aspects of chromium. Elsevier Science Publishers, 285 p.
25. Lina, T. (2009). Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler. Chinese Agricultural Science Bulletin. Vol. 2, 1003 p.
26. Mishra, A. (2014). Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks. Indian Journal of Animal Nutrition. Vol. 31, Issue 4, pp. 384–388.
27. Rajendran, D. (2013). Application of Nano Minerals in Animal Production System. Research Journal of Biotechnology. Vol. 8 (3), pp. 1–3.
28. Rajendran, D., Kumar, G., Ramakrishnan, S., Shibi, T. K. (2013). Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide. Research Journal of Biotechnology. Vol. 8, Issue 5, pp. 11–17.
29. Yang, Z. P., Sun, L. P. (2006). Effects of nanometre ZnO on growth performance of early weaned piglets. J. Shanxi Agric. Sci. Vol. 3, 1024p.
30. Tsai, Y. H. (2016). Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens. Animal Feed Science and Technology. Vol. 213, pp. 99–107.

Продуктивность коров при использовании наночастиц микроэлементов в рационах

Козинец А.И., Голушко О.Г., Козинец Т.Г., Надаринская М.А.

В статье приводятся данные исследований по установлению эффективности использования в рационах высокопродуктивных коров минеральных кормовых добавок с использованием наночастиц микроэлементов меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена.

Скармливание коровам наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премиксом П 60-3 способствует увеличению содержания в крови лейкоцитов на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобина – на 3,7 и гематокрита – на 1,6 % по сравнению с показателями контрольной группы.

Использование в рационах высокопродуктивных коров наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена способствовало увеличению среднесуточной продуктивности молока 3,6 % жирности на 0,9 и 1,4 кг, или на 4,1 и 6,4 % по отношению к контрольной группе животных.

Введение в рационы высокопродуктивных коров наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премиксом П 60-3 способствовало снижению удельного веса кормов в структуре себестоимости и получению дополнительной продукции в количестве 105,3 и 163,8 руб. от одной коровы за период исследований.

Ключевые слова: коровы, рационы, наночастицы, микроэлементы, кровь, продуктивность.

Effect of micronutrient nanoparticles application on cows` performance

Kozinets A., Golushko O., Kozinets N., Nadarinskaya M.

The article highlights the effective use of the food mineral additives with nanoparticles: copper, zinc, manganese, cobalt, iron and selenium in the diet of the high productive cows.

The feeding cows with nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the amount of 1 and 2 % from the ration with premix P 60-3 stimulates the blood leukocyte increase by 17.8 % ($P < 0.05$), hemoglobin – 3.7 % and hematocrit – 1.6 % in comparison with the control group.

The use of nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the diet of the high productive cows contributes the average daily milk yield increase with the fat content of milk 3.6 % by 0.9 and 1.4 kg or by 4.1 and 6.4 % in comparison with the control group of animals.

It has been carried out that the addition of the nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the amount of 1 and 2 % from the ration with premix P 60-3 to the diet of the highly productive cows contributes the fodder cost price reducing and additional product obtaining in the amount of 105.3 and 163.8 rubles from one cow.

Keywords: cows, diet, nanoparticles, blood, productivity.

Надійшла 25.03.2019 р.

УДК636.2.087.72:636.2.083.37

ПРИЛОВСЬКА Є.І.*РУП «Науково-практичний центр Національної академії**наук Білорусі з тваринництва»,*

e-mail: labkrs@mail.ru

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЗАМІННИКІВ НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА
У РАЦІОНАХ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

Науково-господарський дослід з визначення найбільш ефективного співвідношення молочного і рослинного протеїну в складі заміників незбираного молока (ЗНМ) проведено на чотирьох групах телят з початковою живою масою 39,2–41,2 кг, у віці 10–30 діб.

До складу ЗНМ № 1 входили (% за масою): суха молочна сироватка – 53, рослинні жири – 16, рослинні білки – 30, вітамінно-мінеральний комплекс – 1; № 2 – сухе знежирене молоко – 15, суха молочна сироватка – 47, рослинні жири – 16, рослинні білки – 21, вітамінно-мінеральний комплекс – 1,0; № 3 – 30,0; 41,5; 16,0; 11,5; 1,0 відповідно. Співвідношення рослинного і молочного протеїну в досліджуваних ЗНМ становило 46:54; 37:63; 27,5:72,5 відповідно. В 1 кг молочного продукту містилося 16,9 МДж обмінної енергії і 196–200 г сирого протеїну.

За споживанням сирого протеїну між групами значних відмінностей не встановлено. Цей показник знаходився в межах 309–317 г. Вміст сирого жиру в 1 кг сухої речовини раціонів молодняку дослідних груп знаходився в межах 186,9–190,1 г, концентрація обмінної енергії становила 17,5–18,0 МДж. На 1 кг МДж обмінної енергії раціону припадало 12,4–12,8 г перетравного протеїну.

Вміст загального білка в сироватці крові тварин дослідних груп знаходився в межах 45,3–50,7 г/л, що на 7,1–19,9 % вище контрольного показника.

За кількістю цукру в крові можна простежити метаболічну активність вуглеводного обміну організму дослідних телят. Згодовування молодняку ЗНМ сприяло підвищенню рівня глюкози на 5,7–17,1 % порівняно з аналогами контрольної групи.

Використання незбираного молока в раціонах телят контрольної групи дало змогу отримати вищий середньодобовий приріст живої маси, який становив 565 г, а в дослідних – 435–505 г, що на 11,2–23,0 % менше.

Незважаючи на вищі прирости живої маси у тварин IV дослідної групи, нижча вартість ЗНМ у телят II групи дала змогу знизити вартість раціону на 26,5–39,2 % і собівартість приросту на 18,0–29,5 % порівняно з тваринами контрольної, III і IV дослідних груп.

Ключові слова: корми, ЗНМ, телята, молочний білок, продуктивність, економічна ефективність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-64-73

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним із основних завдань галузі скотарства є отримання здорового, добре розвиненого молодняку з високими темпами росту, здатного ефективно використовувати кормові засоби [1–3].

Для вирішення цього завдання необхідно організувати повноцінну, збалансовану за всіма поживними, мінеральними і біологічно активними речовинами годівлю з раннього віку [4, 5].

Організм телят вирізняється інтенсивним обміном речовин, підвищеною потребою в білках, жирах, вітамінах, мінеральних речовинах за порівняно слабкого розвитку органів травлення [6–9]. Серед усіх елементів живлення особливе місце належить протеїну, у зв'язку з чим забезпечення ним раціонів сільськогосподарських тварин є однією з основних проблем годівлі [10–14]. Велике значення при цьому мають молочні корми, оскільки в перший час після народження вони є основним джерелом енергії і поживних речовин для молодих тварин. Однак використовувати їх необхідно заощадливо, оскільки випоювання незбираного молока телятам призводить до збільшення економічних витрат на їх вирощування. Крім того, молоко і молочні продукти є цінними харчовими продуктами, потреба в яких стає дедалі більшою.

Сутність сучасних методів вирощування молодняку полягає у зведенні до мінімуму витрат незбираного молока. Для цього в годівлі використовують різні молочні замітники, зернові суміші та інші кормові засоби, що забезпечують нормальний ріст і розвиток телят. Нині схеми випоювання передбачають витрату незбираного молока до 500 кг, що становить 10 % і більше середнього надою за лактацію. У більшості країн з розвинутим молочним скотарством цей показник значно нижчий і становить 6 %.

У разі використання заміників незбираного молока з раннього віку необхідно забезпечити телят високоякісними концентрованими кормами, які задовольняють потреби у всіх поживних речовинах. Однак використання заміників на ранніх термінах випоювання вимагає, щоб вони

за поживністю були еквівалентними незбираному молоку. Більшість замінників такого молока не можуть повною мірою забезпечити потреби телят, оскільки з метою здешевлення продукту виробники використовують значну кількість недорогих рослинних наповнювачів, що не відповідають потребам тварин. Вони не тільки не можуть забезпечити нормальний розвиток телят, а й негативно позначаються на їх здоров'ї [15, 16].

Згідно з останніми дослідженнями в галузі фізіології харчування жуйних тварин, раннє привчання телят до споживання замінників незбираного молока і активне використання концентрованих кормів сприяє швидшому розвитку травної системи, що позитивно позначається на енергії росту і розвитку тварин у старшому віці. Використання при цьому високоякісних замінників незбираного молока дає змогу скоротити термін випоювання молока до 7–15 діб і обмежити його кількість до 5–6 кг на голову на добу. Використання високоякісних ЗНМ дає змогу до 2-місячного віку повністю вилучити рідкі молочні корми з раціону телят.

Білки натурального коров'ячого молока складаються з казеїнової фракції на 70–75 % і з альбумінів на 25–30 %. При цьому казеїн, потрапляючи в сичуг, під дією ферментів утворює сироподібний згусток, який перетравлюється впродовж 6 годин, що допомагає теляті не відчувати голоду до наступного випоювання. Білки ЗНМ на 70–75 % складаються з альбумінів і лише на 25–30 % – з казеїнових фракцій, що сприяє зниженню часу перетравлення ЗНМ до півтори години, швидкому звільненню шлунка, і 4,5 години теля через почуття голоду споживає рослинні корми – сіно і концентрати, що сприяє ранньому розвитку рубця і високим приростам живої маси. При цьому збільшується поверхня стінок рубця і площа всмоктування поживних речовин. Тривале годування молоком різко знижує відносну масу рубця і перешкоджає розвитку нормальної структури його слизової оболонки. У зв'язку з цим рекомендується якомога раніше привчати телят до поїдання концентрованих кормів. Таким чином, тварини, які споживають ЗНМ, раніше починають ефективно споживати концентровані і трав'яні корми, оскільки швидше засвоєння поживних речовин, в порівнянні з молоком, сприяє кращому поїдданню інших кормів і більш ранньому привчання до них [17–21].

Застосування незбираного молока для випоювання телят має певні недоліки:

1. Витрати на вирощування розвиненого, здорового молодняку за використання суто молочних програм годівлі досить великі, що поряд зі здорожчанням вирощування тварин призводить до зниження товарності молока і вилучає його зі сфери безпосереднього використання людиною.

2. Якість коров'ячого молока багато в чому залежить від складу раціону і стану тварини. За вмісту в недоброякісному кормі токсичних речовин (нітрати, мікотоксини, важкі метали та ін.), вони потрапляють з організму корови в молоко. На випоювання телятам може потрапити також молоко від корів, хворих на мастит та ін.

3. Склад молока змінюється і залежить від періоду лактації, сезону року, фізіологічного стану корів, рівня їх годівлі.

Головною проблемою у виробництві ЗНМ в Білорусі є введення жирового компонента. По-перше, обладнання лише деяких заводів уможливило внесення тваринних і рослинних жирів у рідкому вигляді. По-друге, ввести їх більше 17–18 % неможливо, оскільки корм набуває пасто-подібної консистенції, і жир швидко окиснюється. Вміст жиру в належній кількості забезпечувався за рахунок використання великої кількості соєвого борошна. Однак такі замінники можна ефективно використовувати телятам лише старшого віку [21–24].

Останнім часом виробляють так звані сухі жирові концентрати, що містять 50 % жиру. Такі жирові концентрати можна вільно вводити до складу ЗНМ, і жир в ньому не окиснюється. Це дає можливість виробляти велику кількість різних замінників для різних видів тварин будь-якого віку.

У зв'язку з цим, одним із найбільш раціональних шляхів поліпшення використання сировинних ресурсів у молочній промисловості є скорочення витрат молока під час вирощування молодняку сільськогосподарських тварин за рахунок використання його замінників, і більш інтенсивне та ефективне використання рослинних кормів, зокрема концентратів [25–27].

Протеїн є найважливішим складником, який визначає повноцінність годівлі, особливо в перші місяці життя молодняку. Забезпечення телят протеїном значною мірою впливає на здоров'я, племінні якості, майбутню продуктивність і тривалість господарського використання. Найвища потреба в протеїні у телят віком до 3-х місяців – 22–24 %. У раціоні вона підтриму-

ється за рахунок молочних кормів, ЗНМ і стартерних комбікормів, вміст сирого протеїну в яких має бути не нижче 20 %.

Висока потреба в протеїні обумовлена активним ростом м'язової тканини і тим, що білок є структурним матеріалом всіх органів. Недостатність протеїну в раціоні телят призводить до затримання їх росту, а надлишок – до витрат додаткової енергії на дезамінування надмірної кількості амінокислот і виведення відповідних продуктів розпаду через систему виділення організму. Чим молодші тварини, тим вищим має бути рівень протеїну в їх раціоні [28].

Білки, необхідні для харчування телят у молочний період, за своєю біологічною цінністю розташовуються в тій же послідовності, що й для тварин з простим шлунком, тому впродовж усього молочного періоду (в переджуйний період) теля краще засвоює протеїн тваринного походження. З огляду на це, одним із найбільш раціональних шляхів поліпшення використання сировинних ресурсів у тваринництві є скорочення витрат молока під час вирощування молодняку сільськогосподарських тварин шляхом використання його замінників [29].

Мета дослідження – мінімізувати кількість молочних продуктів у складі замінників незбираного молока і вивчити ефективність використання їх у годівлі телят.

Завдання дослідження:

- вивчити хімічний склад і поживність кормів, використовуваних у годівлі дослідного молодняку;
- розробити замінники незбираного молока з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну для телят віком 10–30 діб;
- визначити зоотехнічну і економічну ефективність використання ЗНМ для телят віком 10–30 діб.

Матеріал і методи дослідження. Для досягнення поставленої мети і вирішення завдань було відібрано зразки кормів, використовуваних у годівлі тварин: сіно, сінаж, комбікорми, зерносуші, молочні корми. Аналіз вмісту поживних речовин у кормах проводили в лабораторії біохімічних аналізів РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з тваринництва». У кормах визначали: вологу – ГОСТ 13496.3-92; золу – ГОСТ 26226-95; кальцій, фосфор – ГОСТ 26570-95; 26657-97; загальний азот, сирий жир, сиру клітковину – ГОСТ 13496.4-93, 13492.15-97, 13496.2-91; суху і органічну речовину [30, 31], кормові одиниці і обмінну енергію – розрахунковим шляхом.

Крім того, було розроблено замінники незбираного молока (ЗНМ) з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну.

Науково-господарський дослід з визначення найбільш ефективного співвідношення молочного і рослинного протеїну в складі замінників незбираного молока проведено на телятах віком 10–30 діб на Державному підприємстві «ЖодіноАгроПлемЕліта» Смолевіцького району Мінської області (табл. 1).

Таблиця 1 – Схема науково-господарського дослід

Група	Кількість тварин, голів	Вік тварин на початок дослід, діб	Тривалість, діб	Особливості годівлі
I контрольна	10	10	20	Основний раціон (ОР) + незбиране молоко
II дослідна	10	10	20	ОР + ЗНМ 1
III дослідна	10	10	20	ОР + ЗНМ 2
IV дослідна	10	10	20	ОР + ЗНМ 3

Для проведення експерименту було сформовано чотири групи бичків. Телят відібрали за принципом пар-аналогів у віці 10 діб з початковою живою масою 39,2–41,2 кг. Відмінності у годівлі полягали в тому, що тваринам контрольної групи випоювали незбиране молоко, а телятам дослідних груп – його замінники з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну.

Тварин утримували індивідуально в будиночках з подальшим переведенням у групові клітки. Тривалість підготовчого періоду (привчання) становила 3 доби, облікового – 20 діб. Умови утримання дослідних тварин були однаковими – годівля триразова. ЗНМ виготовляли перед кожним випоюванням, у співвідношенні 1: 8.

Основними кормами для молодняку були ЗНМ, замінники збираного молока, незбиране молоко, сіно злаково-бобове, комбікорм.

У процесі проведення досліджень використано зоотехнічні, біохімічні та математичні методи аналізу та вивчено наступні показники: хімічний склад і поживність кормів – шляхом загального зоотехнічного аналізу; витрати кормів – проведенням контрольної годівлі один раз на 10 діб за дві суміжні доби шляхом зважування заданих кормів та нез'їдених залишків; живу масу – зважуванням тварин на початку і в кінці досліджу; гематологічні показники: в цільній крові визначали вміст еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, гематокриту і гемоглобіну – приладом Medonic CA620; в сироватці крові – загальний білок, сечовину, глюкозу – приладом CORMAY LUMEN; кальцій, фосфор – приладом CORMAY LUMEN; економічну ефективність.

Отриманий цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики.

Результати дослідження. За результатами аналізу хімічного складу кормів встановлено, що в 1 кг натурального корму в сні із злаково-бобових травосумішей, використовуваного в раціонах телят (в господарстві), кількість сухої речовини становила 831 г, сирого протеїну – 98,2, сирого жиру – 17,5, сирій клітковини – 278, цукру – 41,3, кальцію – 8,23, фосфору – 3,25 г.

За даними хімічного аналізу, у комбікормі КР-1 містилося 849,5 г сухої речовини, сирого протеїну – 201,9, сирого жиру – 21,8, сирій клітковини – 34,7, цукру – 21,7, кальцію – 9,55, фосфору – 6,24 г.

Вміст основних поживних речовин в 1 кг сої становив: сухої речовини – 887 г, сирого протеїну – 328, сирого жиру – 160, сирій клітковини – 61, крохмалю – 73, цукру – 61,1, кальцію – 4,3, фосфору – 7,9 г.

В 1 кг ЗНМ, що випоювали під час вирощування телят, містилося 932 г сухої речовини, 212,3 г сирого протеїну, 2,2 г сирій клітковини, 151,2 г сирого жиру, 45 г цукру, 12,2 г кальцію і 8,2 г фосфору.

В 1 кг сухого знежиреного молока (СЗМ) містилося 926 г сухої речовини, 368,5 г сирого протеїну, 11,2 г сирого жиру, 13,1 г кальцію і 8,6 г фосфору.

Кількість сухої речовини в сухому жирі становила 955 г, сирого жиру – 840, золи – 11, кальцію – 9 г.

Використовувані ЗНМ для телят мали вигляд сухого, дрібного однорідного порошку кремового кольору з запахом сухого молока.

У таблиці 2 представлено склад і поживність дослідних ЗНМ для телят з 10- до 30-добового віку. Дослідженнями встановлено, що до складу ЗНМ № 1 входили (% за масою): суха молочна сироватка – 53, рослинні жири – 16, рослинні білки – 30, вітамінно-мінеральний комплекс – 1; № 2 – сухе знежирене молоко – 15; суха молочна сироватка – 47; рослинні жири – 16; рослинні білки – 21; вітамінно-мінеральний комплекс – 1,0; № 3 – 30; 41,5; 16,0; 11,5; 1,0 відповідно.

Таблиця 2 – Склад і поживність ЗНМ з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну

Показник, %	ЗНМ № 1	ЗНМ № 2	ЗНМ № 3
Співвідношення протеїну: молочного і рослинного	54,0 46,0	63,0 37,0	72,5 27,5
Сухе знежирене молоко	-	15,0	30,0
Суха молочна сироватка	53,0	47,0	41,5
Рослинні жири	16,0	16,0	16,0
Рослинні білки*	30,0	21,0	11,5
Вітамінно-мінеральний комплекс	1,0	1,0	1,0
В 1 кг міститься:			
обмінної енергії, МДж	16,6	16,8	16,9
сирого протеїну, г	196	198	200

Співвідношення рослинного і молочного протеїну в дослідних ЗНМ становило: 46:54; 37:63; 27,5:72,5 відповідно. В 1 кг молочного продукту містилося 16,9 МДж обмінної енергії і 196–200 г сирого протеїну.

Достатнє, з погляду фізіології, споживання поживних і біологічно активних речовин є необхідним для підтримання високої продуктивності і доброго здоров'я тварин.

Встановлено, що в період проведення досліду телята споживали практично однакову кількість кормів (табл.3).

Таблиця 3 – Середньодобовий раціон дослідних телят (за спожитими кормами)

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Комбікорм, кг	0,50	0,56	0,54	0,52
Зерноsumіш, кг	0,12	0,17	0,16	0,15
Незбиране молоко, кг	6,0	-	-	-
ЗНМ № 1, 2, 3	-	0,75	0,75	0,75
В раціоні міститься:				
кормових одиниць	2,43	2,33	2,35	2,37
обмінної енергії, МДж	21,1	20,1	20,4	20,9
сухої речовини, кг	1,19	1,15	1,14	1,16
сирого протеїну, г	317	309	311	313
перетравного протеїну, г	269	256	258,1	260,0
сирого жиру, г	224	216,1	216,7	216,9
кальцію, г	14,5	12,6	12,9	12,7
фосфору, г	10,8	7,7	7,5	7,9
калію, г	15,9	10,0	10,5	10,3
сірки, г	3,2	4,3	4,5	4,7
заліза, мг	60,1	48,2	49,3	48,8
міді, мг	8,8	7,4	7,1	7,7
цинку, мг	39,3	38,7	38,1	38,9
марганцю, мг	47,7	36,1	35,7	35,3
кобальту, мг	0,62	0,61	0,60	0,59
йоду, мг	0,3	0,3	0,33	0,37
вітамінів: D, тис. МО	1,1	0,8	1,0	0,9
E, мг	25,4	21,7	21,3	22,1
каротину, мг	15,1	14,6	14,1	14,0

У раціонах молодняку дослідних груп з включенням до складу ЗНМ різної кількості молочного і рослинного протеїну містилося 2,33–2,43 корм. од., в 1 кг сухої речовини містилося 2,03–2,06 корм. од., в розрахунку на 1 кормову одиницю припадало 110,6–112,1 г перетравного протеїну.

За споживанням сирого протеїну між групами тварин значних відмінностей не встановлено. Цей показник знаходився в межах 309–317 г.

Вміст сирого жиру в 1 кг сухої речовини раціонів молодняку дослідних груп знаходився в межах 186,9–190,1 г, концентрація обмінної енергії становила 17,48–18,02 МДж. На 1 кг МДж обмінної енергії раціону припадало 12,4–12,8 г перетравного протеїну.

У результаті аналізу результатів гематологічних досліджень встановлено, що всі досліджувані показники знаходилися в межах фізіологічних норм. Це свідчить про те, що використання в годівлі телят заміників незбираного молока не справило негативного впливу на фізіологічні процеси, що перебігають в організмі (табл. 4).

Таблиця 4 – Морфо-біохімічний склад крові телят

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Загальний білок, г/л	42,3±3,49	45,3±2,51	46,1±2,14	50,7±3,23
Мочевина, ммоль/л	3,21±0,78	3,57±0,94	3,22±0,85	3,32±0,71
Глюкоза, ммоль/л	3,5±0,36	3,7±0,24	4,0±0,31	4,1±0,39
Еритроцити, 10 ¹² /л	7,13±0,29	7,15±0,27	7,23±0,34	7,37±0,39
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	11,7±0,07	11,9±0,06	12,5±0,04	13,1±0,09
Гемоглобін, г/л	92±2,4	96,5±3,1	94,5±1,9	98,1±3,4
Тромбоцити, 10 ⁹ /л	447±3,5	449±2,7	441±5,76	461±6,53
Гематокрит, %	19,0±0,51	19,2±0,55	18,3±0,50	20,1±0,60

Вміст загального білка в сироватці крові тварин дослідних груп знаходився в межах 45,3–50,7 г/л, що на 7,1–19,9 % вище контрольного показника.

За кількістю цукру в крові можна простежити метаболічну активність вуглеводного обміну організму дослідних телят. Згодовування молодняку ЗНМ сприяло підвищенню рівня глюкози на 5,7–17,1 % в порівнянні з аналогами контрольної групи.

У крові телят IV дослідної групи підвищилася кількість еритроцитів на 3,4 % по відношенню до контрольної. Вміст лейкоцитів виявився вищим в III і IV дослідних групах на 6,8–12,0 %, що свідчить про активізацію природного бар'єра резистентності тварин.

Встановлено тенденцію до підвищення гемоглобіну в крові телят II, III і IV дослідних груп на 2,7–6,6 % порівняно з контрольною.

Основним показником, що характеризує ефективність використання різного співвідношення молочного і рослинного протеїну в складі ЗНМ, є продуктивність тварин. Отримані під час досліджень дані щодо динаміки живої маси і середньодобовим приростам представлено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Зміна живої маси і середньодобових приростів дослідних тварин

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Жива маса, кг:				
на початок досліджу	39,2±0,3	39,4±0,4	39,7±0,3	41,2±0,4
в кінці досліджу	50,5±0,5	48,1±0,3	49,4±0,4	51,3±0,5
Валовий приріст, кг	11,3±0,6	8,7±0,5	9,7±0,4	10,1±0,5
Середньодобовий приріст, г	565±5,4	435±4,7	485±5,7	505±5,0

У результаті досліджень встановлено, що використання незбираного молока в раціонах телят контрольної групи дало змогу отримати вищий середньодобовий приріст живої маси, який становив 565 г, а у дослідних – 435–505 г, що на 11,2–23,0 % менше.

Телята, які споживали в складі раціону ЗНМ зі співвідношенням 72,5 % молочного і 27,5 % рослинного протеїну (група IV), витрачали на 1 кг приросту на 3,4–14,3 % менше кормових одиниць, ніж тварини II і III груп, і на 9,1 % більше аналогів контрольної групи.

Результати аналізу економічної ефективності використання заміників незбираного молока з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну в годівлі молодняку великої рогатої худоби показали (табл. 6), що в цілому за дослід за споживанням корму між тваринами під дослідних груп значні відмінності відсутні.

Таблиця 6 – Економічна ефективність використання ЗНМ з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну для телят

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Затрачено кормів за період досліджу, корм.од.	48,6	46,6	47,0	47,4
Вартість раціону за дослід, руб.	688,2	397,4	540,3	3,8
Приріст живої маси за період досліджу, кг	11,3	8,7	9,7	10,1
Затрати кормів на 1 кг приросту, корм.од.	4,3	5,36	4,85	4,69
Собівартість 1 корм. од., руб.	14,2	8,53	11,5	13,8
Вартість кормів на 1 кг приросту, руб.	60,9	45,7	55,7	64,7
Собівартість 1 кг приросту, руб.	93,7	70,3	85,7	99,6

Незважаючи на вищі прирости живої маси в телят IV дослідної групи, нижча вартість ЗНМ у II групі дала змогу знизити вартість раціону на 26,5–39,2 % і собівартість приросту – на 18,0–29,5 % порівняно з тваринами контрольної, III і IV дослідних груп.

Висновки. Розроблено заміники незбираного молока з різним співвідношенням молочного і рослинного протеїну для телят віком 10–30 та 30–65 діб.

Згодовування розроблених ЗНМ зі співвідношенням молочного і рослинного протеїну 54:46; 63:37 і 72,5:27,5 телятам у віці 10–30 діб позитивно вплинуло на морфо-біохімічний склад крові і дало змогу отримати середньодобові прирости 435–505 г. Найбільшу енергію росту мали телята, які споживали раціон з ЗНМ, де співвідношення молочного і рослинного протеїну становило 72,5:27,5. Витрати кормів на 1 кг приросту в дослідних групах знаходилися в межах 4,69–5,36 корм. од. На 3,4–14,3 % менше кормів було витрачено телятами, яких вирощува-

ли на раціоні з ЗНМ, зі співвідношенням молочного і рослинного протеїну 72,5:27,5 порівняно з аналогами інших груп.

Собівартість приросту за використання ЗНМ зі співвідношенням молочного і рослинного протеїну 63:37 в складі раціону телят виявилася нижчою на 29 % порівняно з ЗНМ зі співвідношенням 72,5:27,5.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Использование в рационах бычков силоса, заготовленного с концентратом-обогабителем / В. П. Цай и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції 26–27 жовтня 2017 року. Полтава, 2017. С. 78–84.
2. Повышение продуктивного действия комбикормов при производстве говядины / В. Ф. Радчиков и др. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Гродно: ГГАУ, 2016. Т. 35: Зоотехния. С. 144–151.
3. A Case of Cutaneous Apocrine Adenocarcinoma in a 10 days old Buffalo calf / W.L.N.V. Vara Prasad et al. Journal of Livestock Science. 2017. (ISSN online 2277-6214) 8: 35-37
4. Переваримость кормов и продуктивность телят при скармливанні зерна рапса, люпина, вики / В. Ф. Радчиков и др. Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции, посвящ. 80-летию почетного работника высшей школы РФ, заслуж. зоотехника Дагестана, д-ра с.-х. наук, проф. Исмаилова Исмаила Сагидовича (Ставрополь, 25 нояб. 2016 г.). Ставрополь. 2016. С. 460–468.
5. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливанні трепела / В. Ф. Радчиков и др. Аспекты животноводства и производства продуктов питания: 2017 год: материалы международной научно-практической конференции «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники», 28–29 ноября 2017 г. пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2017. С. 109–115.
6. Новые сорта зерна крестоцветных и зернобобовых культур в рационах ремонтных телок / В. Ф. Радчиков и др. Известия ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». 2014. Т. 51. Ч. 2. С. 64–68.
7. Повышение эффективности производства говядины за счёт включения в рацион бычков кормов из рапса / В. Ф. Радчиков и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. 26–27 жовтня 2017 року. Полтава, 2017. С. 53–59.
8. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от соотношения рашепляемого и нерашепляемого протеина в рационе / А. Н. Кот и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Т. 51. Ч. 2. Жодино, 2016. С. 3–11.
9. Bull-inseminator (producer). Maintenance and feeding of breeding bulls, 2018. URL: <https://trendxmexico.com/biznes/4266-byk-osemenitel-proizvoditel-soderzhanie-i-kormlenie-plemennyh-bykov.html> (access date: 21.02.2019).
10. Оценка эффективности скармливания комбикормов для телят до трехмесячного возраста / В. Ф. Радчиков и др. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию зооинженерного факультета и 175-летию УО "Белорусская государственная академия", 2015. С. 48–52.
11. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливанні рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Т. 51. Ч. 1. Жодино, 2016. С. 257–266.
12. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I. F. Gorlov et al. Modern Applied Science. 2015. Vol. 9. № 10. P. 8–16.
13. Bull Nutrition – Achieving Yearling Breeding. Biomin world mycotoxin survey report. 2018. The Cattle Site, 2000–2014.
14. Ahmad M., Ali A. A. Growth rate in buffalo and Sahiwal calves under optimum feeding conditions. 15 Annjual Rep., 1994. LPRI, Bahadar Nagar, Okara, Pakistan: P. 59–60.
15. Влияние нового заменителя обезжиренного молока на продуктивность телят / А. Н. Кот и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: матеріали за результатами II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтавська державна аграрна академія. 2017. С. 27–34.
16. Сыворожка молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова и др. Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 5–6 июня 2014 г.). Волгоград: Волгоградское науч. изд-во. 2014. С. 26–28.
17. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feed lot./ M. V. Valero et al. Acta Scientiarum Anim Sci. 2014. 36. P. 419–426.
18. Rivera-Méndez C., Plascencia A., Torrentera N., Zinn R.A. Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. J. Appl. Anim. Res. 2017. 45 (1). P. 199–203.
19. Effect of antimicrobial growth promoter administration on the intestinal microbiota of beef cattle Gut Pathog / K.L. Reti et al. 2013.5 (8). P. 1–16.
20. Mudgal V., Baghel R.P.S. Effect of probiotic supplementation on growth performance of pre-ruminant Buffalo (Bubalus bubalis) calves Buffalo Bull. 2010.29 (3).
21. Kumar S., Chigurupati D., Prasad S., Prasad R.M.V. Effect of yeast culture (Saccharomyces cerevisiae) on the ruminal microbial population in buffalo bulls Buff Bull. 32 (2013). P. 116–119.
22. Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review/ M. Kumar et al. Int J Lives Res. 2014. 4. P. 1–8.
23. Effect of glycerine and essential oils (Anacardium occidentale and ricinus Communis) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system / O.T.B. Cruz, et al. Ital J Anim Sci. 2014. 13 (4). P. 34–92.

24. Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais. Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages / L. Bartoň et al. Czech J. Anim. Sci. 2007. 52.P. 269–276.
25. Vieira C., Cerdeño A., Serrano E., Mantecón A. R. Adult steers for beef production: breed effect on animal performance, retail yield and carcass quality. Czech J. Anim. Sci. 2006. 51.P. 467–474.
26. Bozkurt Y., Ozkaya S., Dewi I. Ap. Association between aggressive behaviour and high-energy feeding level in beef cattle. Czech J. Anim. Sci. 2006. 51.P. 151–156.
27. Влияние количества протеина в заменителях цельного молока продуктивность телят / А. Н. Кот и др. Аспекты животноводства и производства продуктов питания: материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 35–42.
28. Радчиков В. Ф., Глинкова А. М., Сидорович В. В. Выращивание телят и ЗЦМ: преимущества применения. Наше сельское хозяйство, июнь 2014. С. 34–38.
29. Эффективность использования нового заменителя обезжиренного в комбикормах для телят / А. Н. Кот и др. Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II Международная научно-практическая интернет-конференция. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». 2017. С. 1611–1615.
30. Мальчевская Е. Н., Миленькая Г. С. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов. Минск : Ураджай, 1981. 143 с.
31. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Холенева Л. Д. Зоотехнический анализ кормов. М. :Агропромиздат, 1989. 239 с.

REFERENCES

1. Tsay, V.P. (2017). Ispolzovanie v ratsionah byichkov silosa, zagotovlennogo s kontsentratom-obogatitelem [Use in the rations of bulls silage, harvested with a concentrate-concentrator]. Aktualni pitannya tehnologiyi produktiviyi tvarinnitstva: zbirnik statey za rezultatami II vseukrayinskoYi naukovopraktichnoYi Internet-konferentsiyi 26–27 zhovtnya 2017 roku [Topical issues of livestock production technology: a collection of articles on the results of the 2nd All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference October 26–27, 2017]. Poltava. pp. 78–84.
2. Radchikov, V. F. (2016). Povyishenie produktivnogo deystviya kombikormov pri proizvodstve govyadinyi [Increasing the productive action of animal feed in the production of beef]. Selskoe hozyaystvo – problemy i perspektivy: sb. nauch. tr. [Agriculture – problems and prospects: Sci. scientific tr.]. Grodno: GGAU, Zootehniya, Vol. 35, pp. 144–151.
3. Vara Prasad, W.L.N.V. (2017). A Case of Cutaneous Apocrine Adenocarcinoma in a 10 days old Buffalo calf. et al. Journal of Livestock Science. 8, pp. 35–37.
4. Radchikov, V. F. (2016). Perevarimost kormov i produktivnost telyat pri skarmlyvanii zerna rapsa, lyupina, viki [Digestibility of feed and productivity of calves when feeding rapeseed, lupine, viki]. Innovatsii i sovremennyye tehnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skohozyaystvennoy produktiviyi: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyasch. 80-letiyu pochetnogo rabotnika vysshey shkoly RF, zasluzh. zootehnika Dagestana, d-ra s.-h. nauk, prof. Ismailova Ismaila Sagidovicha (Stavropol, 25 noyab. 2016 g.) [Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products: materials of the international scientific-practical conference, dedicated. The 80th anniversary of the honorary worker of higher education of the Russian Federation, deserved. Zootechnology Dagestan, Dr. S.-H. sciences, prof. Ismailov Ismail Sagidovich (Stavropol, November 25, 2016).]. Stavropol, pp. 460–468.
5. Radchikov, V. F. (2017). Fiziologicheskoe sostoyaniye i produktivnost byichkov pri skarmlyvanii trepela [The physiological state and productivity of bulls when feeding tripoli]. Aspekty zhivotnovodstva i proizvodstva produktov pitaniya: 2017 god: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya zhivotnovodstva i sovremennykh tehnologiy produktov pitaniya, meditsiny i tekhniki», 28–29 noyabrya 2017 g [Aspects of animal husbandry and food production: 2017: materials of the international scientific-practical conference "Actual areas of innovative development of animal husbandry and modern food technology, medicine and technology", 28–29 November 2017], pos. Persianskiy, Donskiy State Agrarian University, pp. 109–115.
6. Radchikov, V. F. (2014). Novyye sorta zerna krestotsvetnykh i zernobobovykh kultur v ratsionah remontnykh telok [New grains of cruciferous and leguminous crops in the diets of repair heifers]. Izvestiya FGBOU VPO «Gorskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet» [News FSBEI HPE "Gorskiy State Agrarian University"]. Vol. 51, Part 2, pp. 64–68.
7. Radchikov, V.F. (2017). Povyishenie effektivnosti proizvodstva govyadinyi za schYot vklucheniya v ratsion byichkov kormov iz rapsa [Improving the efficiency of beef production due to the inclusion in the diet of bulls feed from rapeseed]. Aktualni pitannya tehnologiyi produktiviyi tvarinnitstva: zbirnik statey za rezultatami II vseukrayinskoYi naukovopraktichnoYi Internet-konferentsiyi. 26–27 zhovtnya 2017 roku [Topical issues of livestock production technology: collection of articles on the results of the 2nd All-Ukrainian scientific and practical Internet conference. October 26–27, 2017]. Poltava, pp. 53–59.
8. Kot, A.N. (2016). Pokazateli rubtsovogo pischevareniya u molodnyaka krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot sootnosheniya rasscheplyaemogo i nerasscheplyaemogo proteina v ratsione [Indicators of scar digestion in young cattle depending on the ratio of digestible and non-cleavable protein in the diet]. Zootehnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical science of Belarus: a collection of scientific works]. Zhodino, Vol. 51, Part 2, pp. 3–11.
9. Bull-inseminator (producer). Maintenance and feeding of breeding bulls. (2018). Available at: <https://trendsmexico.com/biznes/4266-byk-osemenitel-proizvoditel-soderzhanie-i-kormlenie-plemennyyh-bykov.html> (access date: 21.02.2019).
10. Radchikov, V.F. (2015). Otsenka effektivnosti skarmlyvaniya kombikormov dlya telyat do trehmesyachnogo vozrasta [Estimation of efficiency of feeding of feed for calves up to three months of age]. Aktualnyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoy 85-letiyu zooinzhenernogo fakulteta i 175-letiyu UO "Belorusskaya gosudarstvennaya akademiya" [Actual problems of intensive development of animal husbandry: materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the Faculty of Zoo Engineering and the 175th anniversary of the EE "Belarusian State Academy"]. pp. 48–52.

11. Gurin, V. K. (2016). Konversiya korma plemennymi bychkami v produktsiyu pri skarmlyvanii ratsionov s raznyim kachestvom proteina [Conversion of feed by breeding bulls to products when feeding diets with different quality of protein]. *Zootehnicheskaya nauka Belarusi: sb. nauch. tr. [Zootechnical science of Belarus: a collection of scientific works]*. Zhodino, Vol. 51, Part 1, pp. 257–266.
12. Gorlov, I. F. (2015). Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle. *Modern Applied Science*. Vol. 9, no. 10, pp. 8–16.
13. Bull Nutrition – Achieving Yearling Breeding. *Biomim world mycotoxin survey report*. 2018. The Cattle Site, 2000–2014.
14. Ahmad, M., Ali, A. A. (1994). Growth rate in buffalo and Sahiwal calves under optimum feeding conditions. 15 Annual Rep., LPRI, Bahadar Nagar, Okara, Pakistan, pp. 59–60.
15. Kot, A. N. (2017). Vliyaniye novogo zamenitelya obezhzhennogo molokana produktivnost telyat [The effect of a new skim milk substitute on calf productivity]. *Aktualni pitannya tehnologiyi produktsiyi tvarinnitstva: materialy za rezultatami II VseukrayinskoYi naukovo-praktichnoYil Internet-konferentsiyi [Topical issues of livestock production technology: materials on the results of the II All-Ukrainian Scientific-Practical Internet Conference]*. Poltava State Agrarian Academy, pp. 27–34.
16. Glinkova, A. M. (2014). Syivorotka molochnaya kazeinovaya v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Casein milk serum in feeding young cattle]. *Novyye podhodyi, printsipy i mehanizmyi povysheniya effektivnosti proizvodstva i pererabotki sel'skohozyaystvennoy produktsii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Volgograd, 5–6 iyunya 2014 g.) [New approaches, principles and mechanisms to improve the efficiency of production and processing of agricultural products: materials of the Intern. scientific-practical conf. (Volgograd, June 5–6, 2014)]*. Volgograd, Volgograd scientific publishing house, pp. 26–28.
17. Valero, M. V. (2014). Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feed lot. *Acta Scientiarum Anim Sci*. 36, pp. 419–426.
18. Rivera-Méndez, C., Plascencia, A., Torrentera, N., Zinn, R. A. (2017). Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. *J. Appl. Anim. Res.* 45 (1), pp. 199–203.
19. Reti, K. L. (2013). Effect of antimicrobial growth promoter administration on the intestinal microbiota of beef cattle. *Gut Pathog.* 5 (8), pp. 1–16.
20. Mudgal, V., Baghel, R. P. S. (2010). Effect of probiotic supplementation on growth performance of pre-ruminant Buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Buffalo Bull.* 29 (3).
21. Kumar, S., Chigurupati, D., Prasad, S., Prasad, R. M. V. (2013). Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on the ruminal microbial population in buffalo bulls. *Buff Bull.* 32, pp. 116–119.
22. Kumar, M. (2014). Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review. *Int J Lives Res.* 4, pp. 1–8.
23. Cruz, O. T. B. (2014). Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *ricinus Communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. *Ital J Anim Sci.* 13 (4), pp. 34–92.
24. Bartoň, L. (2007). Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais × Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech J. Anim. Sci.* 52, pp. 269–276.
25. Vieira, C., Cerdeño, A., Serrano, E., Mantecón, A. R. (2006). Adult steers for beef production: breed effect on animal performance, retail yield and carcass quality. *Czech J. Anim. Sci.* 51, pp. 467–474.
26. Bozkurt, Y., Ozkaya, S., Dewi, I. Ap. (2006). Association between aggressive behaviour and high-energy feeding level in beef cattle. *Czech J. Anim. Sci.* 51, pp. 151–156.
27. Kot, A. N. (2017). Vliyaniye kolichestva proteina v zamenitelyah tsel'nogo moloka produktivnost telyat [The effect of protein in whole milk replacers on calf production]. *Aspektyi zhivotnovodstva i proizvodstva produktov pitaniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Aspects of animal husbandry and food production: materials of the International Scientific and Practical Conference]*, pp. 35–42.
28. Radchikov, V. F., Glinkova, A. M., Sidorovich, V. V. Vyirashivaniye telyat i ZTsM: preimushchestva primeneniya [Growing calves and milk replacer: advantages of use]. *Our agriculture*, June 2014, pp. 34–38.
29. Kot, A. N. (2017). Effektivnost ispolzovaniya novogo zamenitelya obezhzhennogo v kombikormah dlya telyat [Efficiency of using a new substitute for fat-free in compound feeds for calves]. *Sovremennoye ekologicheskoe sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspektyi ratsionalnogo prirodopolzovaniya: II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya [The current ecological state of the environment and scientific and practical aspects of environmental management: II International Scientific and Practical Internet Conference]*. FSBI "Pre-Caspian Research Institute of Arid Farming". pp. 1611–1615.
30. Malchevskaya, E. N., Milenkaya, G. S. (1981). Otsenka kachestva i zootehnicheskiiy analiz kormov [Quality assessment and zootechnical analysis of feed]. Minsk, Urajay, 143 p.
31. Petuhova, E. A., Bessarabova, R. F., Holeneva, L. D. (1989). Zootehnicheskiiy analiz kormov [Zootechnical analysis of feed]. Moscow, "Agropromizdat", 239 p.

Оптимизация состава заменителей цельного молока в рационах молодняка крупного рогатого скота Приловская Е.И.

Научно-хозяйственный опыт по определению наиболее эффективного соотношения молочного и растительного протеина в составе заменителей цельного молока (ЗЦМ) проведен на четырех группах телят с начальной живой массой 39,2–41,2 кг в возрасте 10–30 суток.

Исследованиями установлено, что ЗЦМ № 1 состоял из (% по массе): сухой молочной сыворотки – 53, растительных жиров – 16, растительных белков – 30, витаминно-минерального комплекса – 1; № 2 – сухое обезжиренное молоко – 15, сухая молочная сыворотка – 47, растительные жиры – 16, растительные белки – 21, витаминно-минеральный комплекс – 1,0; № 3 – 30; 41,5; 16,0; 11,5; 1,0 соответственно. Соотношение растительного и молочного

го протеина в опытных ЗЦМ составило: 46 : 54; 37 : 63; 27,5 : 72,5 соответственно. В 1 кг молочного продукта содержалось 16,9 МДж обменной энергии и 196–200 г сырого протеина.

По потреблению сырого протеина между группами значительных различий не установлено. Этот показатель находился в пределах 309–317 г. Содержание сырого жира в 1 кг сухого вещества рационов молодняка опытных групп находилось в пределах 186,9–190,1 г, концентрация обменной энергии составила 17,48–18,02 МДж. На 1 кг МДж обменной энергии рациона приходилось 12,4–12,8 г переваримого протеина.

Содержание общего белка в сыворотке крови животных опытных групп находилось в пределах 45,3–50,7 г/л, что на 7,1–19,9 % выше контрольного показателя.

По количеству сахара в крови можно проследить метаболическую активность углеводного обмена организма подопытных телят. Скармливание молодняку ЗЦМ способствовало повышению уровня глюкозы на 5,7–17,1 % в сравнении с аналогами контрольной группы.

Использование цельного молока в рационах телят контрольной группы позволило получить более высокий среднесуточный прирост живой массы, который составил 565 г, а в опытных – 435–505 г, что на 11,2–23,0 % меньше.

Несмотря на более высокие приросты живой массы в IV опытной группе, более низкая стоимость ЗЦМ во II группе позволила снизить стоимость рациона на 26,5–39,2 % и себестоимость прироста на 18,0–29,5 % по сравнению с животными контрольной, III и IV опытных групп.

Ключевые слова: корма, ЗЦМ, телята, молочный белок, продуктивность, экономическая эффективность.

Optimization of whole milk replacers composition in calves' feeding

Prilovskaya E.I.

The research and economic experiment aimed at determining the most effective ratio of milk and vegetable protein in whole milk replacers WMR. It was carried out in four groups of calves with an initial live weight of 39.2–41.2 kg at the age of 10–30 days.

The research has shown that WMR No. 1 consisted of (% by weight): dried whey – 53, vegetable fat – 16, vegetable protein – 30, vitamin-mineral complex – 1, No. 2 – skimmed milk powder – 15, whey powder – 47, vegetable fat – 16, vegetable protein – 21, vitamin- mineral complex – 1.0, No. 3 – 30; 41.5; 16.0; 11.5; 1.0. The ratio of vegetable and milk protein in the experimental WMR is made: 46 : 54; 37 : 63; 27.5 : 72.5 respectively. 1 kg of dairy product contained: 16.9 MJ of metabolizable energy and 196-200 g of crude protein.

There was no significant difference in the consumption of crude protein between the groups. This indicator ranged within 309–317 g. The raw fat level in 1 kg of dry matter of diets for young experimental groups ranged within 186.9-190.1 g, concentration of metabolizable energy in dry matter of diet in experimental groups is made 17.48–18.02 MJ. 12.4–12.8 g of digestible protein accounted for 1 kg of metabolizable energy.

It was established that the total protein content in blood serum of animals in experimental groups ranged within 45.3–50.7 g/l, which is 7.1–19.9 % higher than the reference value.

As for sugar level in blood, one can trace the metabolic activity of carbohydrate metabolism of experimental calves' body. Feeding young animals with milk replacer promoted the increase of glucose level by 5.7–17.1 % in comparison with the coevals of the control group.

As a result, it was determined that in control group the whole milk in diets allowed to obtain higher average daily weight gain of 565, and in the experimental groups – 435–505 g, which is 11.2–23.0 % less.

The research has shown that despite of higher body weight gain in the experimental group IV, the lower cost of WMR in group II allowed to reduce the diet cost by 26.5–39.2 % and the cost price of weight gain by 18.0–29.5 % compared with animals of the control, III and IV experimental groups.

Key words: feed, WMR, young cattle, performance, economic efficiency.

Надійшла 27.03.2019 р.

УДК636.2.087: [636.086.1 + 633.367]

РАДЧИКОВ В.Ф.**ЦАЙ В.П.****БЕСАРАБ Г.В.****ПИЛЮК С.Н.****СЕРГУЧ С.В.***РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусії з тваринництва»*

labkrs@mail.ru

СУЧКОВА І.В.**КУРТИНА В.Н.[©]***УО «Вітебська державна академія ветеринарної медицини»*

rio_vsavm@tut.by

БВМД НА ОСНОВІ ЗЕРНА ЛЮПИНУ І АМІДО-КОНЦЕНТРАТНИХ ДОБАВОК У ГОДІВЛІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Розроблено білково-вітамінно-мінеральні добавки (БВМД) і вивчено ефективність їх згодовування в складі зернофуражу молодняку великої рогатої худоби.

Науково-господарський дослід проводили протягом 62 діб на чотирьох групах бичків, по 12 голів у кожній, з початковою живою масою на початку досліджень 300–310 кг. Відмінності в годівлі полягали в тому, що в зернофураж молодняку включали БВМД різного складу. Тварини І групи отримували БВМД до складу якої входили люпин, АКД і стандартна ДКМК № 1, ІІ групи – БВМД з ДКМК № 2. Бички ІІІ групи споживали БВМД з дефторованим фосфатом, використаним як джерелом фосфору, ІV – БВМД з АКД як протеїновим компонентом. Зернофураж представлено в основному ячменем.

Встановлено, що концентрація йонів водню у вмісті рубця бичків різних груп перебувала практично на однаковому рівні. За кількістю амоніаку, ЛЖК, загального азоту, інфузорій у молодняку І, ІІ і ІІІ груп відмінності були незначними. Концентрація амоніаку у тварин ІV групи, порівняно з І, ІІ і ІІІ, виявилася вищою на 15,58; 23,61 і 21,9 %, ЛЖК – на 6,7; 19,4 і 11,1 %, загального азоту – на 3,32; 31,44 і 24,03 %, інфузорій – на 4,35; 14,29 і 9,09 % відповідно.

У крові тварин ІV групи спостерігали тенденцію до збільшення кількості каротину на 36,11–58,06 % і загального білка на 5,48 % порівняно з І, ІІ і ІІІ групами.

Перетравність протеїну, клітковини і БЕВ виявилася вищою в ІV групі на 1–7 % порівняно з іншими ($P>0.05$).

Встановлено деяке збільшення відкладення азоту у молодняку ІV групи (на 4,7–11,9 %), який одержував БВМД з АКД як джерело протеїну.

Середньодобовий приріст тварин усіх груп знаходився в межах 629–710 г. Найвищим він виявився у бичків ІV групи. Друге місце за приростом посідав молодняк І групи – 660 г. Група тварин, які споживали БВМД з дефторованим фосфатом, використаним як джерело фосфору, посідала останнє місце за цим показником – 629 г. Витрати кормів на 1 кг приросту були найнижчими в ІV групі – 8,77 корм. од., в І, ІІ і ІІІ показники були вищими на 8,32; 13,68 і 10,83 % відповідно.

Вартість реалізованої продукції, отриманої від однієї тварини, виявилася вищою у бичків, які отримували БВМД № 4, відповідно на 6,82; 11,36 і 9,1 % порівняно з І, ІІ і ІІІ групами.

Ключові слова: кормова добавка, корми, бички, енергія росту, перетравність, гематологічні показники, жива маса, продуктивність, собівартість.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-74-83

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Підвищення ефективності використання кормів, збільшення виробництва продукції тваринництва та зниження її собівартості можна досягти шляхом годівлі тварин раціонами, збалансованими за такими важливими елементами живлення, як протеїн, макро- і мікроелементи [1–5].

Відомо, що нині забезпеченість сільськогосподарських тварин протеїном не відповідає науково обґрунтованим нормам. Нестача його становить 10–30 % потреби тварин, тому в раціонах на кожну кормову одиницю припадає в середньому 80–85 г перетравного протеїну [6–11].

Поряд з дефіцитом протеїну в кормах відчувається нестача макро- і мікроелементів, які відіграють важливу роль у всіх обмінних функціях організму. Вони входять до складу тканин і рідин тіла, беруть участь у синтезі органічних сполук, що підсилюють процеси травлення, всмоктування і засвоєння поживних речовин корму, сприяють створенню середовища, в якому проявляють свою дію ферменти і гормони [12–15].

[©]Радчиков В.Ф., Цай В.П., Бесараб Г.В., Пилук С.Н., Сергуч С.В., Сучкова І.В., Куртина В.Н., 2019.

Незбалансованість раціонів за такими важливими елементами живлення, як протеїн, макро- і мікроелементи, призводить до зниження ефективності кормів, недоотримання значної частини продукції тваринництва і підвищення її собівартості [16–19].

Одним із методів підвищення ефективності використання кормів є балансування раціонів білково-вітамінно-мінеральними добавками (БВМД), що активізує обмінні процеси в організмі тварин, підвищує їх продуктивність на 10–15 %, а в деяких випадках – на 20 і більше відсотків [20–23].

Приготувати БВМД можна в будь-якому господарстві за наявності відповідних компонентів, але найкраще їх готувати на державних комбікормових заводах. Однак комбікормова промисловість Республіки Білорусь має потужності, що забезпечують виробництво комбікормів тільки на 50 % від потреби тваринництва. Унаслідок цього комбікорми виробляються тільки для свиного-літ'я і птиці, а для великої рогатої худоби зернофураж доводиться збагачувати безпосередньо в господарствах. За відсутності в господарствах і неможливості закупити необхідні компоненти, понад 2 млн тонн зернофуражу використовують у незбагаченому вигляді. У зв'язку з цим генетичний потенціал продуктивності тварин використовують лише на 60–70 %, перевитрата кормів у порівнянні з науково-обґрунтованими нормами перевищує 30–40 % [24–27].

Останнім часом в Республіку Білорусь завозять БВМД, премікси та суперконцентрати з Франції, Німеччини, Польщі, Хорватії та інших країн. Вони мають велику вартість, закупаються їх за валютні кошти. Найчастіше наявність поживних речовин у добавках не відповідає зазначеній у сертифікаті якості. Вітчизняних БВМД виробляють недостатню кількість, а для великої рогатої худоби їх практично не випускають. З огляду на це необхідно розробляти нові рецепти БВМД, які не поступаються за кормовою цінністю існуючим вітчизняним і зарубіжним добавкам і будуть конкурентоспроможними за якістю, продуктивною дією і вартістю, оскільки будуть приготовлені з використанням дешевої сировини – відходів місцевої переробної промисловості [28–30].

Мета дослідження – розробити білково-вітамінно-мінеральні добавки і вивчити ефективність згодовування їх у складі зернофуражу молодняку великої рогатої худоби.

Програмою передбачено:

- проаналізувати хімічний склад кормів раціонів молодняку великої рогатої худоби в господарствах Республіки Білорусь;
- на підставі існуючого дефіциту поживних і біологічно активних речовин у раціонах худоби розробити нові рецепти БВМД для молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі;
- вивчити в порівняльному аспекті ефективність згодовування бичкам на відгодівлі зернофуражу з додаванням розроблених БВМД;
- встановити економічну ефективність використання БВМД у годівлі молодняку великої рогатої худоби.

Матеріал і методи дослідження. На основі даних, отриманих за аналізу кормів раціонів молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі, розроблено нові БВМД (табл. 1).

Таблиця 1 – Склад БВМД

Компоненти	Склад БВМД			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1	2	3	4	5
Люпин, %	40	40	40	-
АКД, %	30	30	30	70
ДКМК № 1, %	20	-	-	20
ДКМК № 2, %	-	20	-	-
ДКМК № 3, %	-	-	20	-
Премікс ПКР-2ж	10	10	10	10
В 1 кг БВМД міститься:				
Суша речовина, г	859	859	859	859
Кормові одиниці	0,57	0,57	0,57	0,38
Обмінна енергія, МДж	6,35	6,35	6,35	4,6
Сирий протеїн, г	316	316	316	376
Сира клітковина, г	87	87	87	75
Крохмаль, г	120	120	120	133
Цукор, г	8	8	8	2
Сирий жир, г	24,2	24,2	24,2	10,2

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Кальцій, г	26,1	25,3	26,1	25,37
Фосфор, г	9,8	11,2	9,8	7,84
Магній, г	2,8	2,8	2,8	2,27
Калій, г	6,5	6,5	6,5	3,43
Натрій, г	22,2	24,2	22,2	22,5
Сірка, г	9,0	9,0	9,0	7,34
Залізо, мг	4317	4317	2382	4323
Мідь, мг	58,8	58,8	57,7	58,2
Цинк, мг	277	277	274	269
Кобальт, мг	9,46	9,46	9,46	9,49
Марганець, мг	501	501	545	485
Йод, мг	1,51	1,51	1,51	1,5
Вітаміни: А, тис. МО	150	150	150	150
В, тис. МО	38	38	38	38
Е, мг	100	100	100	100

Білкову частину БВМД № 1, 2 і 3 становили люпин сорту Міртани – 40 % і амідоконцентратна кормова добавка (АКД) – 30 %, в № 4 – 70 % АКД. Мінеральна частина в БВМД складалася з відповідної кормової мінеральної комплексної добавки – 20 % і преміксу ПКР-2 – 10 %.

Склад преміксу ПКР-2ж1 представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Склад преміксу для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби (на 1 тону)

Компоненти	Одиниці виміру	ПКР-2ж1
Вітаміни: А	млн ІО	1500
Д	млн ІО	380
Е	г	1000
Залізо	г	3000
Мідь	г	500
Цинк	г	2500
Кобальт	г	90
Марганець	г	4000
Йод	г	12
Селен	г	17
Сантохін	г	1250
Наповнювач	кг	До 1000

На експериментальній базі «Заріччя» Смолевіцького району було приготовлено 10 т комбікорму з новими рецептами БВМД (по 2,5 т за кожним рецептом).

Науково-господарський дослід проводили протягом 62 діб на чотирьох групах бичків по 12 голів у кожній з початковою живою масою на початку досліджень 300–310 кг (табл. 3).

Таблиця 3 – Схема досліджень

Група	Кількість голів	Особливості годівлі
I контрольна	12	Основной рацион (ОР) + БВМД №1
II дослідна	12	ОР + БВМД №2
III дослідна	12	ОР + БВМД №3
IV дослідна	12	ОР + БВМД №4

Відмінності в годівлі полягали в тому, що в зернофураж молодняку I групи включали БВМД №1, II – БВМД № 2, III – БВМД № 3, IV – БВМД № 4. Зернофураж представлено в основному ячменем. Білково-вітамінно-мінеральною добавкою заповнювали 20 % відсутнього протеїну.

Все піддослідне поголів'я знаходилося в однакових умовах: містилося на прив'язі, на бетонних підлогах, годували тварин двічі на добу (вранці і ввечері) за нормами ВАСГНІЛ (1985), напування здійснювали з автопоїлок. Раціони складали і коригували відповідно до потреби молодняку і хімічного складу кормів.

У ході досліджень вивчали наступні показники:

- хімічний склад кормів – шляхом дослідження їх зразків;
- поїдання кормів – на підставі даних зважування заданих кормів та їх залишків під час проведення контрольного годування один раз на декаду у дві суміжні доби;
- морфо-біохімічний склад крові – шляхом взяття крові з яремної вени через 2,5–3 години після ранкової годівлі, стабілізувавши Трилон Б (2,0–2,5 од./мл), у 3 голів з кожної групи (як в науково-господарських, так і фізіологічних дослідках);
- інтенсивність росту тварин – за даними індивідуального зважування тварин щомісяця до роздавання корму;
- оплата корму продукцією – шляхом визначення витрати кормів на одиницю приросту;
- економічна ефективність вирощування і відгодівлі бичків.

Хімічний аналіз кормів та продуктів обміну проводили в лабораторії біохімічних аналізів РУП «Науково-практичний центр НАН Білорусі з тваринництва» за загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу. У кормах визначали початкову, гідроскопічну і загальну вологу згідно з ГОСТ 13496.3-92, загальний азот – ГОСТ 13496.4-93, сиру клітковину – ГОСТ 13496.2-91, сирий жир – ГОСТ 13496.15-97, сиру золу – ГОСТ 26226-95, суху і органічну речовину, МЕВ – за методиками (Мальчевської, Милої (1981), Петухової та ін. (1989), каротин – ГОСТ 13496.17-95, кальцій – ГОСТ 26570-95, фосфор – ГОСТ 26657-97.

Дослідження з вивчення перетравності поживних речовин раціону проводили на тваринах, які за живою масою і віком, а також їхні раціони були такими ж самими, як у науково-господарському досліді. Тварин утримували в клітках. Поживність раціонів у період фізіологічного дослідження розраховано у фактично спожитих кормах. Тривалість кожного фізіологічного дослідження становила 30 діб, у тому числі 7 діб облікового періоду.

У фізіологічних дослідках вивчали:

- споживання кормів – шляхом щоденного зважування заданих кормів та їх залишків;
- процеси рубцевого травлення – шляхом взяття вмісту рубця через 2–2,5 години після ранкової годівлі, через хронічну фістулу рубця за допомогою корнцанга, протягом двох діб, і його аналізу.

У пробах рубцевої рідини, відфільтрованої через 4 шари марлі, визначали:

- концентрацію йонів водню (рН) – електропотенціометром рН-340;
- загальний і небілковий азот – методом К'ельдаля;
- білковий азот – за різницею між загальним і небілковим;
- концентрацію амоніаку – мікродифузним методом у чашках Конвея;
- загальну кількість летких жирних кислот – методом парової дистиляції в апараті Маркгама;
- загальну кількість інфузорій – шляхом підрахунку в камері Горяєва за розведення формаліном 1:4;
- перетравність і використання поживних і мінеральних речовин – за різницею між кількістю, що надійшли з кормом, і виділених з продуктами обміну.

Досліджували як цілісну стабілізовану кров, так і її сироватку.

Морфо-біохімічні показники крові визначали на аналізаторах Medonic CA-620 і Cormay Lumen, мінеральний склад – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-3, кислотну ємність і вітамінний склад – фотоколориметричним методом.

Цифрові матеріали проведених досліджень оброблено методом варіаційної статистики з використанням програмного пакета Microsoft Excel. Статистичну обробку результатів аналізу проводили з урахуванням критерію достовірності за Стьюдентом. Оцінку значення критерію достовірності (td) визначали залежно від обсягу аналізованого матеріалу. Імовірність відмінностей вважали достовірною за $P < 0,05$.

Результати дослідження. На підставі хімічного аналізу кормів раціону тварин господарства і даних, отриманих в раніше проведених експериментах, виявлено дефіцит за такими елементами живлення як протеїн, фосфор, магній, мікроелементи і вітаміни. Відповідно до цього зроблено рецепти БВМД.

У вересні-жовтні раціон складався із зеленої маси, в листопаді частину зеленої маси замінили соломою.

У зв'язку з тим, що кількість кормів, яку давали бичкам, була обмеженою, а не досхоchu, як зазвичай має бути, раціон тварин різних груп був однаковим (табл. 4).

Таблиця 4 – Рациони піддослідних бичків у фактично з'їдених кормах

Компонент	Група			
	I	II	III	IV
Зернофураж, кг	2,38	2,38	2,38	2,48
БВМД №1, кг	0,62	-	-	-
БВМД №2, кг	-	0,62	-	-
БВМД №3, кг	-	-	0,62	-
БВМД №4, кг	-	-	-	0,52
Зелена маса, кг	12	12	12	12
Солома, кг	2	2	2	2
В раціоні міститься:				
Сухої речовини, кг	7,84	7,84	7,84	7,82
Кормових одиниць	6,27	6,27	6,27	6,23
Обмінної енергії, МДж	76	76	76	75
Сирого протеїну, г	919	919	919	928
Сирого жиру, г	210	210	210	202
Сирої клітковини, г	1988	1988	1988	1978
Сахару, г	192	192	192	188
Кальцію, г	50,3	49,9	50,4	47,6
Фосфору, г	28,8	29,2	28,8	27,2
Магнію, г	19,8	20,7	19,8	19,4
Калію, г	84	106	84	82

Відмінностей у споживанні поживних речовин молодняком різних груп практично не було, за винятком тих компонентів (в основному, в мінеральній частині), які були в дефторованому фосфаті і новому сапропелі (кальцій, залізо, мідь, цинк, марганець, кобальт, фосфор, магній, калій, натрій). Проте ця різниця незначна, і нею можна знехтувати.

Бички всіх груп охоче поїдали корм з БВМД і добовий раціон в цілому. Відмови від корму і випадків захворювання не виявлено.

Дослідженнями процесів травлення в рубці встановлено, що концентрація водневих йонів перебувала практично на однаковому рівні у вмісті рубця бичків різних груп. За концентрацією аміаку, ЛЖК, загального азоту, кількістю інфузорій у молодняку I, II і III груп різниця була незначною. У тварин IV групи концентрація аміаку порівняно з тваринами I, II і III груп виявилася вищою на 15,58; 23,61 і 21,9 %, ЛЖК – на 6,7; 19,4 і 11,1 %, загального азоту – на 3,32; 31,44 і 24,03 %, інфузорій – на 4,35, 14,29 і 9,09 % відповідно (табл. 5).

Таблиця 5 – Склад вмісту рубця

Показник	Група			
	I	II	III	IV
pH	7,5	7,5	7,5	7,5
Аміак, мг%	30,8	28,8	29,2	35,6
ЛЖК, ммоль/100 мл	7,5	6,7	7,2	8,0
Інфузорії, тис./мл	460	420	440	480
Загальний азот, мг%	78,4	68,7	72,8	90,3

Інтенсивність перебігу обмінних процесів в організмі тварин визначали за гематологічними показниками, які представлено в таблиці 6.

Всі досліджувані морфо- і біохімічні показники крові у піддослідних бичків знаходилися в межах фізіологічних норм без достовірних відмінностей між групами.

Однак, у тварин IV групи спостерігали тенденцію до збільшення кількості каротину на 36,11–58,06 % і загального білка – на 5,48 %, порівняно з тваринами I, II і III груп.

Перетравність поживних речовин раціонів показано в таблиці 7.

Результати досліджень показали, що перетравність всіх поживних речовин у бичків, що споживали різні БВМД, перебувала на високому рівні і мало розрізнялася між групами. Так, перетравність сухої і органічної речовини перебувала в межах 68–73 %, протеїну – 63–68, жиру – 54–58, клітковини – 53–60, МЕВ – 77–81 %. Слід зазначити, що коефіцієнти перетравності протеїну, клітковини і МЕВ виявилися вищими в четвертій групі на 1–7 % порівняно з іншими ($P>0,05$).

Таблиця 6 – Морфо-біохімічний склад крові

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Гемоглобін, г%	9,4	8,84	9,42	9,16
Еритроцити, млн./мм ³	8,31	7,83	8,07	7,81
Лужний резерв, мг %	453	480	467	414
Каротин, мкг %	0,62	0,65	0,72	0,98
Вітамін А, мг%	0,70	0,69	0,67	0,69
Кальцій, мг%	11,7	11,4	11,6	11,3
Фосфор, мг%	6,76	6,74	6,91	6,97
Загальний білок, мг%	7,85	7,85	7,85	8,28

Таблиця 7 – Перетравність поживних речовин, %

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Суша речовина	68	68	71	70
Органічна речовина	70	70	73	72
Протеїн	67	63	64	68
Жир	51	54	57	59
Клітковина	56	53	54	60
БЕВ	74	77	78	81

Баланс азоту, кальцію і фосфору був позитивним у бичків усіх груп. Встановлено деяке збільшення відкладення азоту у молодняку IV групи (на 4,7–11,9 %), який одержував БВМД з АКД як джерело протеїну. Використання кальцію і фосфору тваринами знаходилося практично на однаковому рівні.

Дослідженнями встановлено, що середньодобовий приріст тварин усіх груп знаходився в межах 629–710 г (табл. 8). Найвищим він виявився у бичків IV групи, які споживали БВМД № 4 з АКД як протеїновим компонентом.

Таблиця 8 – Жива маса, середньодобові прирости і витрати кормів

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Жива маса, кг:				
на початку дослідю	291	299	302	288
в кінці дослідю	332	338	342	332
Приріст:				
валовий, кг	41	39	40	44
середньодобовий, г	660	629	645	710
Затрати кормів на 1 кг приросту, корм.од.	9,50	9,97	9,72	8,77

Друге місце за приростом посідав молодняк I групи – 660 г, що споживав БВМД № 2, до складу якого входили люпин, АКД і стандартна ДКМК № 1. Середньодобові прирости у тварин III групи були найнижчими – 629 г. Незважаючи на такі відмінності, різниця за приростами живої маси виявилася недостовірною. Витрати кормів на 1 кг приросту були найнижчими у бичків IV групи – 8,77 корм. од., а у тварин I, II і III групи – вищими на 8,32; 13,68 і 10,83 % відповідно.

Аналіз отриманих результатів показав, що вартість кормів на отримання приросту у бичків IV групи виявилася нижчою порівняно з тваринами I, II і III груп відповідно на 30,1, 35,9 і 33,1 %, що пов'язано з вартістю БВМД, яка виявилася найдешевшою в IV групі. Відтак, собівартість приросту однієї тварини за дослід була найнижчою саме в цій групі.

Вартість реалізованої продукції, отриманої від однієї тварини, була вищою у бичків, які отримували БВМД № 4, порівняно з I, II і III групами на 6,82, 11,36 і 9,10 % відповідно.

Висновки. Розроблено білково-вітамінно-мінеральні добавки, в 1 кг яких міститься 0,38–0,57 корм. од., 4,60–6,35 МДж обмінної енергії, 859 г сухої речовини, 316–376 г сирого протеїну, 25,0–26,5 г кальцію, 8–11 г фосфору, 7–9 г сірки, мікроелементи і вітаміни. Включення в раціон молодняку великої рогатої худоби білково-вітамінно-мінеральних добавок в складі ком-

бікормів позитивно впливає на поїдання кормів раціону, обмін речовин в організмі, травлення і здоров'я тварин, сприяє отриманню середньодобових приростів 629–710 г при витратах кормів на 1 кг приросту 8,77–9,97 корм. од., зниження вартості кормів на 20 %, собівартості приросту – на 30–36 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чулков А., Ганущенко О. «Разгон рубца» у телят – фундамент для реализации генетического потенциала. Комбикорма. 2014. № 6. С. 51–53.
2. Натинчик Т.М. Применение системы чистой энергии лактации для оценки энергетической питательности объемистых кормов Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов II международной научно-практической конференции. Полесский государственный университет. 2017. С. 74–75.
3. Использование сапропелей в кормлении крупного рогатого скота / В. О. Лемешевский и др. Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов II международной научно-практической конференции. Полесский государственный университет. 2017. С. 71–74.
4. Производство молока при привязном и беспривязном способах содержания дойного стада / Ковалевская Т. А. и др. Ученые записки УО «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2014. Т. 50. № 2–1. С. 287–291.
5. Huuskonen A., Lamminen P., Joki-Tokola E. The effect of concentrate level and concentrate composition on the performance of growing dairy heifers reared and finished for beef production. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science. Vol. 59. No. 4. 2009 P. 220–229.
6. Линьков В. В., Букас В. В., Лёвкин Е. А. Агрономические перспективы развития крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств населения республики Беларусь. Ученые записки УО «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2015. Т. 51. № 2. С. 136–139.
7. Ганущенко О. Ф., Соболев Д. Т. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания: рекомендации. Витебская государственная академия ветеринарной медицины. Витебск : ВГАВМ, 2016. 79 с.
8. Повышение продуктивного действия кукурузного силоса за счет включения комплексных кормовых добавок / Т. М. Натинчик и др. Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов III международной научно-практической конференции. 2018. С. 59–62.
9. Повышение продуктивного действия комбикормов при производстве говядины / В. Ф. Радчиков и др. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Гродно : ГГАУ, Зоотехния. 2016. Т. 35. С. 144–151.
10. Grande P.A., Alcalde C.R., Lima L.S., Macedo V.P. Carcass valuation of Saanen kids fed oilseeds diets. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Vol. 63. No. 3. P. 721–728.
11. Huuskonen A., Joki-Tokola E. Performance of growing dairy bulls offered diets based on silages made of whole-crop barley, whole-crop wheat, hairy vetch and grass. Agricultural and Food Science. 2010. Vol. 19. No. 2. P. 116–126.
12. Magowan E., Fearon A. M., Patterson D. C. The effect of supplementary grass silage and standard concentrate on milk fat fatty acid composition and iodine value when cows are fed a whole rapeseed-based concentrate at pasture. Irish Journal of Agricultural and Food Research. 2010. 49. C. 129–139.
13. Habeanu Mihaela., Durand D., Gobert Mylene., Bauchart Dominique. Lipids and fatty acid composition of Longissimus thoracis and Semitendinosus muscles in finishing Normand cows. Archiva Zootechnica. 2008. 11:4. P. 21–29.
14. Physiological responses and performance of sheep on pasture supplemented with different protein sources. P. T. L. de Oliveira, et al. Rev. Ceres (Impr.). 2011. Vol. 58. No. 2. P. 185–192.
15. Protein sources in supplements for bulls in the dry-rainy transition season: nutritional characteristics / T. S. Acedo, et al. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2011. Vol. 63. No. 4. P. 895–904.
16. Montiel M. D., Elizalde J. C., Santini F., Giorda L. Deactivation of tannin in high-moisture sorghum grain with polyethylene glycol or urea. Archivos de Zootecnia. 2012. 61 (234). P. 235–244.
17. Johansson Birgitta, Kumm Karl-Ivar, Nadeau Elisabet. Cold-pressed rapeseed cake or rapeseed to dairy cows – milk production and profitability. Organic Agriculture. 2015. Vol. 5. Issue 1. P. 29–38.
18. Koksai B.H., Sacakli P., Tuncer S.D., Selcuk Z. Rumen degradation characteristics of glucose-treated canola meal and canola seed. Veterinarija ir Zootechnika. 2011. 56 (78). P. 73–79.
19. Bonesmo H., Nordang L., Davies L. Tactical decisions of concentrate level, slaughter age and carcass weight of bulls of five beef breeds under Norwegian conditions. Agricultural and Food Science. 2010. Vol. 19. No 2. P. 101–115.
20. Huuskonen A., Lamminen P., Joki-Tokola E. The effect of concentrate level and concentrate composition on the performance of growing dairy heifers reared and finished for beef production. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science. 2009. Vol. 59. No 4. P. 220–229.
21. Effects of citric acid supplementation on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers / C. Wang et al. Agriculture and Agri-Food Canada. 2009. Vol. 89. No 1. P. 2302–2307.
22. Terre Marta., Tejero Carolina., Bach Alex. Long-term effects of heifer performance of an enhanced-growth feeding programme applied during the preweaning period. Journal of Dairy Research. 2009. Vol. 76. No 3. P. 331–339.
23. Выращивание и болезни тропических животных: практическое пособие. Ч. 1 / А. И. Ятусевич и др. за ред. А. И. Ятусевич; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. Витебск: ВГАВМ, 2016. 524 с.
24. Выращивание и болезни тропических животных: практическое пособие. Ч. 2 / А. И. Ятусевич и др.; за ред. А. И. Ятусевич. Витебская государственная академия ветеринарной медицины. Витебск : ВГАВМ, 2016. 766 с.
25. Активность процессов пищеварения в рубце у бычков при различном качестве белка / В. О. Лемешевский и др. Веснік Полеска гадзяржаўнага ўніверсітэта. Сер. прырода знаўчых навук. 2016. № 1. С. 28–33.

26. Новое в минеральном питании телят / В.Ф. Радчиков и др.; под общ. ред. И. Ф. Горлова. Новые подходы к разработке технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 59–63.

27. Зависимость рубцового пищеварения и эффективности использования кормов молодняком крупного рогатого скота от степени измельчения зерна бобовых / Т. М. Натянчик и др. Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов III международной научно-практической конференции. 2018. С. 62–64.

28. Лемешевский В. О., Курепин А. А., Натянчик Т. М. Биохимические критерии рубцового пищеварения крупного рогатого скота под влиянием качества кормового белка. Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конференции, посвященной 120-летию М.Ф. Томмэ. 2016. С. 346–351.

29. Ковалевская Т. А., Заяц О. В., Линник Л. М., Куртина В. Н. Влияние различных способов содержания дойного стада на продуктивные качества коров и производство молока в условиях СПК "Приграничный" Гродненской области. Ученые записки УО «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2013. Т. 49. № 2–1. С. 298–304.

REFERENCES

1. Chulkov, A., Ganuschenko, O. (2014). «Razgon rubtsa» u telyat – fundament dlya realizatsii geneticheskogo potentsiala [“Scar overclocking” in calves is the foundation for realizing genetic potential]. *Kombikorma [Feed]*, no. 6, pp. 51–53.
2. Natyinchik, T.M. (2017). Primenenie sistemy chistoy energii laktatsii dlya otsenki energeticheskoy pitatel'nosti ob'emistyykh kormov Biotehnologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya: Sbornik materialov II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [The use of the system of clean energy of lactation to assess the energy nutritional value of bulky feed Biotechnology: achievements and development prospects: a collection of materials of the II International Scientific and Practical Conference]. *Poleskiy gosudarstvennyy universitet [Polesye State University]*, pp. 74–75.
3. Lemeshevskiy, V. O. (2017). Ispolzovanie sapropeley v kormlenii krupnogo rogatogo skota [The use of spropel in feeding cattle]. *Biotehnologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya: Sbornik materialov II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Biotechnology: achievements and prospects of development: a collection of materials of the II International Scientific Practical Conference]*. Polesye State University, pp. 71–74.
4. Kovalevskaya, T. A. (2014). Proizvodstvo moloka pri privyaznom i besprivyaznom sposobakh soderzhaniya doynogo stada [Milk production in tethered and loose housing methods for dairy herds]. *Uchenye zapiski UO «Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny» [Scientific notes of the EE "Vitebsk Order of Honor State Academy of Veterinary Medicine."]*. Vitebsk, Vol. 50, no. 2–1, pp. 287–291.
5. Huuskonen, A., Lamminen, P., Joki-Tokola, E. (2009). The effect of concentrate level and concentrate composition on the performance of growing dairy heifers reared and finished for beef production. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A – Animal Science*. Vol. 59, no. 4, pp. 220–229.
6. Linkov, V. V., Bukas, V. V., LYovkin, E. A. (2015). Agronomicheskie perspektivy razvitiya krestyanskih (fermerskih) i lichnykh podsobnykh hozyaystv naseleniya respubliky Belarus [Agronomical prospects for the development of peasant (farmer) and private farms of the population of the Republic of Belarus]. *Uchenye zapiski UO «Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny» [Scientific notes of the EE "Vitebsk Order of Honor State Academy of Veterinary Medicine."]*. Vitebsk, Vol. 51, no. 2, pp. 136–139.
7. Ganuschenko, O. F., Sobolev, D. T. (2016). Organizatsiya ratsionalnogo kormleniya korov s ispolzovaniem sovremennykh metodov kontrolya polnotsennosti ikh pitaniya: Rekomendatsii [Organization of rational feeding of cows with the use of modern methods of monitoring the usefulness of their food: Recommendations]. *Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny [Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine]*. Vitebsk: VGAVM, 79 p.
8. Natyinchik, T. M. (2018). Povyishenie produktivnogo deystviya kukuruznogo silosa za schet vklucheniya kompleksnykh kormovykh dobavok [Increase of productive action of corn silage due to the inclusion of complex feed additives]. *Biotehnologiya: dostizheniya i perspektivy razviti: Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Biotechnology: Achievements and Prospects for Development: Collection of Materials of the III International Scientific Practical Conference]*, pp. 59–62.
9. Radchikov, V. F. (2016). Povyishenie produktivnogo deystviya kombikormov pri proizvodstve govyadiny [Increasing the productive action of animal feed in the production of beef]. *Selskoe hozyaystvo – problemy i perspektivy: sb. nauch. tr. [Agriculture – problems and prospects: Sat. scientific tr.]*. Grodno: GGAU, Zootechny, Vol. 35, pp. 144–151.
10. Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, V.P. (2011). Carcass valuation of Saanen kids fed oilseeds diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Vol. 63, no. 3, pp. 721–728.
11. Huuskonen, A., Joki-Tokola, E. (2010). Performance of growing dairy bulls offered diets based on silages made of whole-crop barley, whole-crop wheat, hairy vetch and grass. *Agricultural and Food Science*. Vol.19, no. 2, pp. 116–126.
12. Magowan, E., Fearon, A. M., Patterson, D. C. (2010). The effect of supplementary grass silage and standard concentrate on milk fat fatty acid composition and iodine value when cows are fed a whole rapeseed-based concentrate at pasture. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 49, pp. 129–139.
13. Habeanu, Mihaela., Durand, D., Gobert, Mylene., Bauchart, Dominique. (2008). Lipids and fatty acid composition of Longissimus thoracis and Semitendinosus muscles in finishing Normand cows. *Archiva Zootechnica*. 11:4, pp. 21–29.
14. Oliveira de P. T. L. (2011). Physiological responses and performance of sheep on pasture supplemented with different protein sources. *Rev. Ceres (Impr.)*. Vol.58, no. 2, pp. 185–192.
15. Acedo, T. S. (2011). Protein sources in supplements for bulls in the dry-rainy transition season: nutritional characteristics. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* Vol. 63, no. 4, pp. 895–904.
16. Montiel, M. D., Elizalde, J. C., Santini, F., Giorda, L. (2012). Deactivation of tannin in high-moisture sorghum grain with polyethylene glycol or urea. *Archivos de Zootecnia*. 61 (234), pp. 235–244.

17. Johansson, Birgitta., Kumm, Karl-Ivar., Nadeau, Elisabet. (2015). Cold-pressed rapeseed cake or rapeseed to dairy cows – milk production and profitability. *Organic Agriculture*. Vol. 5, Issue 1, pp. 29–38
18. Koksai, B.H., Sacakli, P., Tuncer, S.D., Selcuk, Z. (2011). Rumen degradation characteristics of glucose-treated canola meal and canola seed. *Veterinarija ir Zootechnika*. 56 (78), pp. 73–79.
19. Bonesmo, H., Nordang, L., Davies, L. (2010). Tactical decisions of concentrate level, slaughter age and carcass weight of bulls of five beef breeds under Norwegian conditions. *Agricultural and Food Science*. Vol. 19, no. 2, pp. 101–115.
20. Huuskonen, A., Lamminen, P., Joki-Tokola, E. (2009). The effect of concentrate level and concentrate composition on the performance of growing dairy heifers reared and finished for beef production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. Vol. 59, no. 4, pp. 220–229.
21. Wang, C. (2009). Effects of citric acid supplementation on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Agriculture and Agri-Food Canada*. Vol. 89, no. 1, pp. 2302–2307.
22. Terre, Marta., Tejero, Carolina., Bach, Alex. (2009). Long-term effects of heifer performance of an enhanced-growth feeding programme applied during the preweaning period. *Journal of Dairy Research*. Vol. 76, no. 3, pp. 331–339.
23. Yatushevich, A. I. (2016). *Vyirashchivanie i bolezni tropicheskikh zhivotnykh* [Cultivation and diseases of tropical animals: a practical guide]. Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. Vitebsk: VGAVM, 524 p.
24. Yatushevich, A. I. (2016). *Vyirashchivanie i bolezni tropicheskikh zhivotnykh: prakticheskoe posobie* [Cultivation and diseases of tropical animals: a practical guide]. Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. Vitebsk: VGAVM, 766 p.
25. Lemeshevskiy, V.O. (2016). Aktivnost protsessov pischevareniya v rubtse u bychkov pri razlichnom kachestve belka [Cultivation and diseases of tropical animals: a practical guide]. *Spring Palesca gadzyarsha nagi universite*. Ser. Avenues of great science. no. 1, pp. 28–33.
26. Radchikov, V.F. (2018). Novoe v mineralnom pitanii telyat [New in the mineral nutrition of calves]. *Novyye podhody k razrabotke tehnologii proizvodstva i pererabotki sel'skohozyaystvennoy produktsii: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [New approaches to the development of technologies for the production and processing of agricultural products: materials of the International Scientific-Practical Conference]. pp. 59–63.
27. Natinchik, T.M. (2018). Zavisimost rubtsovogo pischevareniya i effektivnosti ispolzovaniya kormov molodnyakom krupnogo rogatogo skota ot stepeni izmelcheniya zerna bobovykh [The dependence of cicatricial digestion and the efficiency of feed use by young cattle on the degree of grinding of legumes]. *Biotehnologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya: sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Biotechnology: achievements and prospects of development: a collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference]. pp. 62–64.
28. Lemeshevskiy, V.O., Kurepin, A.A., Natinchik, T.M. (2016). Biohimicheskie kriterii rubtsovogo pischevareniya krupnogo rogatogo skota pod vliyaniem kachestva kormovogo belka [Biochemical criteria for cicatricial digestion of cattle under the influence of the quality of feed protein]. *Fundamentalnyye i prikladnyye aspekty kormleniya sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh i tehnologii kormov: materialy konferentsii, posvyaschennoy 120-letiyu M.F. Tomme* [Fundamental and applied aspects of farm animal feeding and feed technology: proceedings of the conference dedicated to the 120th anniversary of M.F. Tomme]. pp. 346–351.
29. Kovalevskaya, T.A., Zayats, O.V., Linnik, L.M., Kurtina, V.N. (2013). Vliyaniye razlichnykh sposobov soderzhaniya doynogo stada na produktivnyye kachestva korov i proizvodstvo moloka v usloviyakh SPK "Prigranichniy" Grodnenskoj oblasti [The influence of different ways of dairy herd maintenance on the productive qualities of cows and milk production in the conditions of the SEC "Border" of the Grodno region]. *Uchenyie zapiski UO «Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny»* [Scientific notes of the EE "Vitebsk Order of Honor State Academy of Veterinary Medicine."]. Vitebsk, Vol. 49, no. 2–1, pp. 298–304.

БВМД на основе зерна люпина и амидо-концентратных добавок в кормлении молодняка крупного рогатого скота

Радчиков В. Ф., Цай В. П., Бесараб Г. В., Пилюк С. Н., Сергуч С. В., Сучкова И.В., Куртина В.Н.

Разработаны белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) и изучена эффективность скармливания их в составе зернофуража молодняка крупного рогатого скота.

Научно-хозяйственный опыт проводили в течение 62 суток на четырех группах бычков, по 12 голов в каждой, с первоначальной живой массой в начале исследований 300–310 кг.

Различия в кормлении заключались в том, что в зернофураж молодняка включали БВМД различного состава. Животные I группы получали БВМД в состав которой входили люпин, АКД и стандартная ДКМК № 1, II группы – БВМД с ДКМК № 2. Бычки III группы потребляли БВМД с дефторированным фосфатом, использованным в качестве источника фосфора, IV – БВМД с АКД в качестве его компонента. Зернофураж представлен в основном ячменем.

Концентрация водородных ионов находилась практически на одинаковом уровне в рубцовом содержимом бычков разных групп. По количеству аммиака, ЛЖК, общего азота, количеству инфузорий у молодняка I, II и III групп различия были незначительными. У животных IV группы концентрация аммиака по сравнению с I, II и III оказалась выше на 15,58; 23,61 и 21,9 %, ЛЖК – на 6,7; 19,4 и 11,1 %, общего азота – на 3,32, 31,44 и 24,03 %, инфузорий – на 4,35; 14,29 и 9,09 % соответственно.

В крови животных IV группы наблюдали тенденцию к увеличению количества каротина на 36,11–58,06 % и общего белка – на 5,48 % по сравнению с I, II и III группами.

Переваримость протеина, клетчатки и БЭВ оказалась выше в IV группе на 1–7 % по сравнению с остальными ($P>0,05$).

Установлено некоторое увеличение отложения азота у молодняка IV группы (на 4,7–11,9 %), получавшего БВМД с АКД в качестве источника протеина.

Среднесуточный прирост животных всех групп находился в пределах 629–710 г. Самым высоким он оказался у бычков IV группы; второе место по приросту занимал молодняк I группы – 660 г, потреблявший БВМД № 2;

БВМД № 3 с дефторированным фосфатом, занимала последнее место по этому показателю – 629 г. Затраты кормов на 1 кг прироста были самыми низкими в IV группе – 8,77 корм. ед., в I, II и III показатели были выше на 8,32; 13,68 и 10,83 % соответственно.

Стоимость реализованной продукции, полученной от одного животного за опыт, оказалась выше у бычков, получавших БВМД № 4 по сравнению с I, II и III группами на 6,82; 11,36 и 9,1 % соответственно.

Ключевые слова: кормовая добавка, корма, бычки, энергия роста, переваримость, гематологические показатели, живая масса, продуктивность, себестоимость.

PVMS based on the lupine grain and amido-concentrative additives for young cattle feeding

Radchikov V.F., Tzai V.P., Besarab G.V., Piluk S.N., Serguchev S.V., Suchkova I.V., Kurtina V.N.

The protein, vitamin and mineral supplements have been developed and it was studied the efficiency of feeding with them the young cattle in the composition of the grain production.

The scientific and farm experiment has been carried out during 62 days. The study was conducted in four groups of bulls with 12 heads in each. The initial live weight at the beginning of the study was about 300–310 kg.

Differences in feeding were in the fact that the grain forage for young animals of group I included PVMS No. 1, II – PVMS No. 2, III – PVMS No.3, IV – PVMS No 4. The grain feed is represented mainly by barley. The protein, vitamin and mineral supplement replenished 20 % of the deficient protein.

It was discovered that concentration of hydrogen ions was practically at the same level in the rumen contents of steers of different groups. As for level of ammonia, VFA, total nitrogen, ciliates in the young cattle of I, II and III groups, the differences were insignificant. The concentration of ammonia of group IV compared to I, II and III group was higher by 15.58, 23.61 and 21.9 %, VFA – by 6.7, 19.4 and 11.1 %, total nitrogen – by 3.32, 31.44 and 24.03 %, ciliates – by 4.35, 14.29 and 9.09 %, respectively.

The research results showed that digestibility of protein, fiber and BEV was higher in the fourth group by 1–7 % compared with the rest groups ($P>0.05$).

A slight increase in nitrogen deposition was found in IV group of young animals (by 4.7–11.9 %) receiving PVMS with AFA as a source of protein. The use of calcium and phosphorus by animals was almost at the same level.

The research helped to determine that the average daily weight gain of animals of all the groups was within the range 629–710 g. The highest was in the fourth group consuming PVMS No. 4 with AFA as a protein component; the second place in terms is occupied by group I – 660 g, consuming PVMS No. 2, which included lupine, AFA and standard DKMK No. 1; PVMS No. 3 with depleted phosphate used as a source of phosphorus, took the last place in terms of this indicator – 629 g. Feed cost per 1 kg of weight gain was the lowest in IV group – 8.77 feed units, in I, II and III groups, it was higher by 8.32 %; 13.68 and 10.83 %, respectively.

The cost of sold products from one animal during experiment turned out to be higher for steers that received PVMS No. 4 as compared to I, II and III groups by 6.82, 11.36 and 9.1 %, respectively.

Keywords: feed additive, additives, steers, growth energy, digestibility, hematological parameters, live weight, productivity, cost price

Надійшла 27.03.2019 р.

УДК 636.2.084.56:636.2.087.72

РАЗУМОВСЬКИЙ Н.П.*УО «Вітебська державна академія ветеринарної медицини»*

rio_vsavm@tut.by

БОГДАНОВИЧ Д.М.*РУП «Науково-практичний центр Національної**академії наук Білорусі з тваринництва»*

labkrs@mail.ru

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВМІСТУ ПРОТЕЇНУ
В РАЦІОНІ ПЛЕМІННИХ БИЧКІВ**

Вивчено ефективність згодовування ремонтним бичкам раціонів з різною якістю протеїну. Дослідження проведено на 3-х групах ремонтних бичків у віці 12–18 місяців з середньою початковою живою масою 363–367 кг. Кількість нерозщеплюваного протеїну в раціоні ремонтних бичків контрольної групи була нижчою на 10 % від прийнятої норми, II дослідної групи – відповідала прийнятій нормі за рахунок екструдованих гороху, люпину і лляної макухи. У бичків III дослідної групи рівень нерозщеплюваного протеїну в раціоні був вищим від норми на 10 %.

Встановлено, що у вмісті рубця бичків дослідних груп, які споживали раціони з рівнем нерозщеплюваного протеїну за нормою і на 10 % вище норми, відзначено збільшення вмісту загального азоту на 5,1 і 5,5 %, білкового – на 7,5 і 8,2 % відповідно. Встановлено достовірне зниження кількості амоніаку в рубці дослідних тварин на 21 (P < 0,05) і 24 % (P < 0,05) відповідно, що свідчить про зниження розщеплення протеїну і поліпшення його використання мікроорганізмами для синтезу білка.

Тварини II і III дослідних груп, які споживали раціони з підвищеним рівнем нерозщеплюваного протеїну, краще перетравлювали поживні речовини корму. Так, перетравність сухої і органічної речовин, протеїну достовірно підвищилася на 6,4 і 6,9; 6,4 і 7,1; 5,6 і 5,5 %. Відзначено тенденцію до підвищення перетравності жиру, клітковини, БЕВ.

За морфо-біохімічним складом крові істотних відмінностей між тваринами дослідних груп не встановлено, всі показники перебували в межах фізіологічної норми. Однак відзначено збільшення вмісту загального білка в крові бичків II дослідної групи на 4,0 %, загального і білкового азоту – на 4,0–5,0 %, а у молодняку III дослідної групи ці показники підвищилися відповідно на 6,5 і 7,0 %.

Середньодобові прирости живої маси у бичків контрольної групи становили 980 г, а у дослідних – підвищилися до 1009–1029 г, або на 3,0 та 5,0 %.

За об'ємом еякуляту бички II і III груп перевищували аналогів I групи на 11–14 %, а концентрацією сперми – на 9–12 %.

Кількість енергії, відкладеної в прирості бичків II і III дослідних груп, становила 19,89–20,81 МДж і була більшою, ніж у I групи на 4,1–9,0 %.

Трансформація обмінної енергії раціону в приріст живої маси підвищилася з 21,6 (контроль) до 22,4–22,6 %. Витрати енергії раціону в розрахунку на 1 МДж, відкладеної в прирості, знизилися з 4,63 (контроль) до 4,40–4,47 МДж, або на 4,0–5,0 %. Найкращі результати відзначено у молодняку III дослідної групи, який отримував раціони з рівнем нерозщеплюваного протеїну вище норми на 10 %.

Ключові слова: бички, раціони, корми, розщеплюваний протеїн, нерозщеплюваний протеїн, рубцеве травлення, продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-84-94

Постановка проблеми. Племінні та продуктивні показники молодняку сільськогосподарських тварин здебільшого визначає повноцінна годівля, організація якої можлива за умови забезпечення в раціонах всіх елементів живлення в оптимальних кількостях і співвідношеннях [1–3].

Аналіз останніх досліджень. Раціони сільськогосподарських тварин мають розроблятися на основі деталізованих норм годівлі, з урахуванням хімічного складу і поживності використовуваних кормів [4–6]. Це дає змогу краще збалансувати раціони і за однакових витрат кормів підвищити продуктивність тварин. Однак за деякими показниками існуючі норми вимагають вдосконалення і уточнення, особливо щодо потреби тварин в енергії і протеїні [7–9].

Вивчення раціонів ремонтного молодняку великої рогатої худоби показує, що за багатьма показниками вони не відповідають нормативним вимогам. Для балансування раціонів за протеїном, вуглеводами, мінеральними речовинами і вітамінами необхідно використовувати різні кормові добавки та премікси [10–12].

У багатьох дослідженнях доведено, що потреба організму великої рогатої худоби в протеїні задовольняється не тільки за рахунок амінокислот мікробного білка, а й нерозщеплюваного в рубці протеїну [16–18].

У рубці розщеплюється понад 40 % кормового протеїну до пептидів, амінокислот і, головним чином, до амоніаку [19–23]. У практиці годівлі небажано, коли якісний протеїн високобілкових кормів швидко розщеплюється в рубці, де повинні використовуватися білкові, а також небілкові сполуки інших кормів (сіно, сінаж, силос) [24–26]. Якщо в раціоні міститься багато розщеплюваного протеїну, мікроорганізми передшлунків розщеплюють його до амоніаку і не встигають використовувати весь для побудови тіла. Тому мета годівлі полягає в тому, що б у раціоні був баланс розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну [27–29].

Для цього виводять нові сорти бобових і хрестоцвітих культур зі зниженим умістом антипоживних речовин, які успішно можна використовувати в раціонах сільськогосподарських тварин, у тому числі ремонтних бичків – для підвищення трансформації поживних речовин у продукцію. Разом з тим, у дослідженнях багатьох вчених отримано суперечливі дані стосовно впливу згодовування зерна люпину, гороху та інших культур на продуктивні якості тварин [13–15].

Метою дослідження було вивчити ефективність згодовування ремонтним бичкам раціонів з різною якістю протеїну.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено на 3-х групах ремонтних бичків у віці 12–18 місяців з середньою початковою живою масою 363–367 кг, за схемою, наведеною в таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема досліді

Група	Кількість тварин, голів	Жива маса на початок досліді, кг	Вміст у раціоні протеїну, % до норми	
			сирий	нерозщеплюваний
I контрольна	12	363	100	90
II дослідна	12	365	100	100
III дослідна	12	367	100	110

Кількість нерозщеплюваного протеїну в раціоні ремонтних бичків контрольної групи була нижчою на 10 % від прийнятої норми. Вміст нерозщеплюваного протеїну в раціоні тварин II дослідної групи відповідав прийнятій нормі за рахунок екструдованих гороху і люпину, а також лляної макухи.

У бичків III дослідної групи рівень нерозщеплюваного протеїну в раціоні був вищим норми на 10 % за рахунок введення до складу зернофуражу екструдованого зерна бобових і лляної макухи.

Рівень розщеплюваного і нерозщеплюваного протеїну регулювали шляхом введення лляної макухи і екструдованого зерна гороху і люпину.

Аналіз хімічного складу кормів та продуктів обміну проводили в лабораторії зоотехнічного аналізу РУП «НВЦ НАН Білорусі з тваринництва» за схемою загального зоотехнічного аналізу: первинна, гігроскопічна і загальна волога (ГОСТ 13496.3-92); загальний азот, сира клітковина, сирий жир, сира зола (ГОСТ 13496.4-93; 13496.2-91; 13492.15-97; 26226-95); кальцій, фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97); суха і органічна речовина, БЕВ, каротин за загальноприйнятими методиками.

Вміст нерозщеплюваного протеїну визначали методом *in situ* на тваринах з хронічною фістулою рубця, кількість і якість спермопродукції – за методикою, прийнятою в елевєрі.

У досліді вивчали:

- загальний зоотехнічний аналіз кормів – за загальноприйнятими методиками;
- поїдання кормів раціону бичками – методом обліку заданих кормів та їх залишків, проведеною контрольною годівлею один раз у декаду у дві суміжні доби;
- склад рубцевої рідини (величина рН, ЛЖК, чисельність інфузорій, амоніаку, азотистих фракцій) – за загальноприйнятими методиками;
- перетравність і використання поживних і мінеральних речовин – за різницею між кількістю речовин, що надійшли з кормом, і виділеними з продуктами обміну;
- морфологічний склад крові: еритроцити, лейкоцити, гемоглобін – приладом Medonic CA 620;
- макро- і мікроелементи в крові: калій, натрій, магній, залізо, цинк, марганець і мідь – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі AAS-3 (Німеччина);
- біохімічний склад сироватки крові: загальний білок, сечовина, глюкоза, кальцій, фосфор – приладом CORMAY LUMEN;

- резервну лужність крові – за Неводовим;
- каротин – за Кар-Прайсом в модифікації Юджіна, вітамін А – за Бесс у модифікації Анісімової А.А.;
- живу масу і середньодобові прирости – шляхом індивідуального зважування тварин на початку і в кінці дослідів;
- економічну оцінку вирощування бичків – за використання раціонів з різною якістю протеїну.

Цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики на персональному комп'ютері з використанням пакета аналізу табличного процесора Microsoft Office Excel 2007. Відмінності вважали статистично значущими за $P < 0,05$.

Результати дослідження. Дослідним тваринам згодовували раціони, що склалися з сіна злаково-бобового, сінажу різнотравного, зернофуражу, патоки (табл. 2). Додатково згодовували горох, люпин, шрот соняшниковий, макуху лляну. Структура раціону тварин контрольної групи була наступною (% за поживністю): сіно – 21 %, сінаж – 31, зернофураж – 38, шрот соняшниковий – 6, патока – 4 %; у молодняку дослідних груп сінаж займав 31,0 %, сіно – 22,5–21,0, зернофураж – 34–30, горох – 3,0–4,5, люпин – 2,5–3,5, макуха лляна – 3,0–6,0, патока – 4,0 %.

Таблиця 2 – Раціони дослідних бичків за фактично з'їденими кормами

Корми (поживні речовини)	Група		
	I	II	III
Сіно злаково-бобове, кг	3,7	4,1	3,8
Сінаж із злаково-бобових сумішей, кг	8,2	8,4	8,4
Зернофураж, кг	2,6	2,4	2,0
Шрот соняшниковий, кг	0,5	-	-
Горох, кг	-	0,2	0,3
Люпин, кг	-	0,2	0,3
Макуха лляна, кг	-	0,2	0,4
Патока кормова, кг	0,4	0,4	0,4
Сіль кухонна, г	80	80	80
Монокальційфосфат, г	90	90	90
В раціоні міститься:			
кормових одиниць	7,92	8,00	8,06
обмінної енергії, МДж	88,5	88,9	92,1
сухої речовини, кг	9,1	9,2	9,3
сирого протеїну, г	1302	1316	1375
перетравного протеїну, г	835	841	852
розщеплюваного протеїну, г	848	774	803
нерозщеплюваного протеїну, г	454	542	572
жиру, г	290	292	295
клітковини, г	1992	2001	1999
крохмалю, г	1010	1090	1095
цукру, г	737	745	743
кальцію, г	68	69	70
фосфору, г	39	38	39
магнію, г	25	26	25
калію, г	68	69	71
сірки, г	24	25	26
заліза, мг	500	510	505
міді, мг	71	73	75
цинку, мг	391	401	405
марганцю, мг	445	450	453
кобальту, мг	6,1	6,3	6,0
йоду, мг	2,9	3,0	3,1
селену, мг	4,9	4,9	4,9
каротину, мг	215	218	220
вітамінів: А, тис. МО	19,5	20,6	20,9
D, тис. МО	5,7	5,9	5,8
E, мг	361	364	365

Як показали результати досліджень, середньодобове споживання сухої речовини бичками дослідних груп знаходилося на рівні 9,1–9,3 кг. В 1 кг сухої речовини у тварин дослідних груп містилося 9,7–9,9 МДж обмінної енергії, що становило 21,5–21,9 %. Цукрово-білкове співвідношення в раціоні тварин I групи становило 0,86, II і III – відповідно 0,87 і 0,88. Статистично значущих відмінностей за концентрацією мінеральних речовин у сухій речовині раціонів між групами не встановлено.

У жуйних тварин основні процеси перетравлення кормів перебігають у передшлунках, і головну роль при цьому грає рубець. Від того, наскільки ефективно в ньому відбувається ферментація, залежить засвоєння поживних речовин раціону і, як наслідок, здоров'я і продуктивності тварини. Рівень і напрям ферментативних процесів у рубці відіграють важливу роль у забезпеченні тварин енергією і протеїном.

Ефективним методом дослідження внутрішнього середовища рубця і оцінювання перетравності в ньому поживних речовин є аналіз складу вмісту рубця.

У рубці, як у бродильній камері, перетравлюється до 70 % сухої речовини раціону, причому це відбувається без участі травних ферментів. Клітковина й інші компоненти корму розщеплюються за допомогою ферментів мікроорганізмів, що містяться в передшлунках.

У вмісті рубця бичків дослідних груп, які споживали раціони з рівнем нерозщеплюваного протеїну за нормою і на 10 % вище, відмічено збільшення вмісту загального азоту на 5,1 і 5,5 %, білкового – на 7,5 і 8,2 % відповідно (табл. 3).

Таблиця 3 – Склад вмісту рубця, $\bar{x} \pm S.E.$

Показник	Група		
	I	II	III
pH	7,1 $\pm$ 0,11	6,7 $\pm$ 0,12	6,5 $\pm$ 0,14
Загальний азот, мг%	142,5 $\pm$ 3,5	149,8 $\pm$ 3,0	150,4 $\pm$ 2,6
Білковий азот, мг%	97,5 $\pm$ 2,0	104,8 $\pm$ 2,6	105,5 $\pm$ 2,7
Амоніак, мг%	21,5 $\pm$ 0,75	16,9 $\pm$ 0,66*	16,3 $\pm$ 0,58*
ЛЖК, ммоль/100 мл	9,3 $\pm$ 0,85	10,4 $\pm$ 0,71	11,3 $\pm$ 0,98
Інфузорії, тис. мл	440 $\pm$ 25	465 $\pm$ 20	494 $\pm$ 29

Примітка: *P<0,05 порівняно з контрольною групою.

Вищий рівень загального азоту за рахунок більшої кількості інфузорій у дослідних групах вказує на більш ефективне використання його мікрофлорою, а також сприяє кращому засвоєнню найпростішими амоніаку з рубцевої рідини.

Мікрофлора передшлунків здатна за допомогою ферментів перетравлювати рослинну клітковину, трансформувати амоніачний азот у мікробний білок і синтезувати весь комплекс водорозчинних вітамінів. Вона перетравлює від 50 до 70 % сирової клітковини раціонів.

Потреба жуйних в енергії до 80 %, білку – від 30 до 50 %, значною мірою в макро- і мікроелементах і вітамінах задовольняється за рахунок мікробної ферментації. Бактеріальна маса становить приблизно 10 % від сухої речовини вмісту рубця, а його маса – 4–7 кг. В основному це анаероби – інфузорії і бактерії. Кількість їх варіює в широких межах залежно від виду корму: інфузорії – від 200 тис. до 2 млн/мл, бактерії – від 100 млн до 10 млрд в 1 мл.

Встановлено, що за згодовування кормів, багатих на вуглеводи і білки, кількість інфузорій у рубці збільшується. Збільшення кількості інфузорій у рубці на 5,7–12,3 % свідчить про посилення травних процесів у передшлунках молодняку великої рогатої худоби дослідних груп і збільшення використання протеїну корму в білок тіла мікроорганізмів, які в подальшому стануть джерелом протеїну для тварин.

Ефективність використання азоту корму можна визначити за кількістю амоніаку у вмісті рубця: чим вищий його рівень, тим інтенсивніше відбувається розщеплення протеїну корму і дещо сповільнюється синтез білка. Концентрація амоніаку за звичайних умов годівлі становить від 5 до 40 мг/100 мл. Швидкість утворення амоніаку і його концентрація у вмісті рубця визначаються забезпеченістю раціонів енергією, кількістю розщеплюваного протеїну і використанням амоніаку бактеріями рубця для синтезу білка.

Зниження кількості амоніаку в рубці тварин дослідних груп на 21,0 (P<0,05) і 24,0 % (P<0,05) відповідно свідчить про зниження розщеплення протеїну і поліпшення його використання мікроорганізмами для синтезу білка свого тіла.

Кінцевим продуктом зброджування вуглеводів є леткі жирні кислоти (ЛЖК). Всмоктуючись у кров, вони використовуються організмом для підтримання життєвих функцій і утворення продукції. Всмоктування ЛЖК більш інтенсивно відбувається за низьких значень рН. У вмісті рубця тварин дослідних груп відмічено збільшення кількості ЛЖК на 12,0–21,0 %, що свідчить про більш інтенсивний перебіг гідролізу вуглеводів кормів під впливом раціонів з різною якістю протеїну.

Одним із методів вивчення взаємодії корму і тварини є визначення перетравності.

Перетравність поживних речовин – важливий елемент обміну речовин в організмі тварин, її показники можуть свідчити про якість годівлі тварин.

Перш ніж увійти до складу тіла, продукції, поживні речовини корму повинні бути перероблені – перетравлені в травному тракті. У незмінному вигляді всмоктується лише вода і глюкоза. Інші вуглеводи, а також білки, жири спочатку повинні бути розщеплені на прості розчинні форми. Тому підготовка компонентів корму до всмоктування є першим етапом обміну речовин між організмом тварини і зовнішнім середовищем.

Перетравність поживних речовин залежить від породи, типу конституції, індивідуальних особливостей тварин, рівня годівлі, структури раціону, хімічного складу і співвідношення між окремими поживними речовинами, введення в раціони преміксів, добавок та ін. У процесі травлення поживні речовини корму розщеплюються на розчинні форми і всмоктуються в кров і лімфу, неперетравлені – виділяються з калом.

Тварини II і III дослідних груп, які споживали раціони з підвищеним рівнем нерозщеплюваного протеїну, краще перетравлювали поживні речовини корму. Так, перетравність сухої і органічної речовини, протеїну достовірно підвищилася на 6,4 і 6,9; 6,4 і 7,1; 5,6 і 5,5 % відповідно. Відмічено тенденцію до підвищення перетравності жиру, вмісту клітковини, безазотистих екстрактивних речовини (БЕВ) (табл. 4).

Таблиця 4 – Коефіцієнти перетравності поживних речовин, %, $\bar{x} \pm S.E.$

Показник	Група		
	I	II	III
Суха речовина	53,5 $\pm$ 1,2	59,9 $\pm$ 0,9*	60,4 $\pm$ 1,2*
Органічна речовина	55,7 $\pm$ 0,8	62,1 $\pm$ 1,2*	62,8 $\pm$ 1,5*
Протеїн	53,7 $\pm$ 1,0	59,3 $\pm$ 0,8*	59,2 $\pm$ 0,9*
Жир	57,9 $\pm$ 2,0	59,1 $\pm$ 1,7	58,8 $\pm$ 1,8
Клітковина	54,9 $\pm$ 2,0	57,8 $\pm$ 2,2	58,0 $\pm$ 1,9
БЕВ	73,5 $\pm$ 2,4	75,8 $\pm$ 2,1	76,3 $\pm$ 2,3

Примітка: * $P < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Зміни у фізіологічному стані тварин можна виявити за допомогою гематологічних досліджень. З огляду на це, під час проведення науково-господарського дослідження крові повинно бути обов'язковим. Кров обумовлює перебіг процесів обміну речовин – транспортування до клітин органів і тканин поживних речовин, кисню і виділення продуктів обміну.

Напрямок обміну речовин, його інтенсивність, фізіологічний стан організму тварин впливають на біохімічний і морфологічний склад крові. Її склад має тісний взаємозв'язок з біологічними особливостями тварин і залежить від статі, віку, умов годівлі та утримання.

Зміна складу крові позначається на стані окремих тканин і органів, а порушення функцій останніх значною мірою впливає на кров.

У результаті аналізу морфо-біохімічного складу крові встановлено, що всі досліджені показники перебували в межах фізіологічних норм з незначними коливаннями між групами. Це дає змогу судити про нормальний перебіг обмінних процесів у організмі тварин дослідних груп (табл. 5).

Основну масу формених елементів крові (40 %) становлять еритроцити. Швидкий обмін між кров'ю і тканинами пояснюється тим, що еритроцити завдяки своїй формі і великій кількості утворюють величезну внутрішню поверхню, здатну адсорбувати різні речовини, що надходять у кров [14]. Крім того, еритроцити беруть участь у регуляції кислотно-лужної рівноваги в організмі, в буферній дії крові. Найважливішою фізіологічною функцією еритроцитів, нерозривно пов'язаною з властивостями гемоглобіну, є дихальна. Найвищий рівень гемоглобіну в крові як основного постачальника кисню в організм тварин був у бичків II дослідної групи, що вказувало на більш ефективне використання поживних речовин корму.

Таблиця 5 – Морфо-біохімічний склад крові, $\bar{x} \pm S.E.$

Показник	Група		
	I	II	III
Гемоглобін, г/л	92,4 $\pm$ 0,84	93,7 $\pm$ 0,69	93,0 $\pm$ 0,66
Еритроцити, 10 ¹² /л	7,36 $\pm$ 0,50	7,62 $\pm$ 0,35	7,48 $\pm$ 0,55
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	7,42 $\pm$ 0,30	7,92 $\pm$ 0,18	7,69 $\pm$ 0,49
Кислота ємність, мг %	400 $\pm$ 11,55	440 $\pm$ 7,31	430 $\pm$ 5,33
Сечовина, ммоль/л	4,07 $\pm$ 0,15	3,70 $\pm$ 0,21	3,8 $\pm$ 0,12
Глюкоза, ммоль/л	3,84 $\pm$ 0,37	3,88 $\pm$ 0,44	3,97 $\pm$ 0,38
Загальний білок, г/л	71,6 $\pm$ 1,94	72,5 $\pm$ 2,05	73,6 $\pm$ 2,17
Кальцій, ммоль/л	2,01 $\pm$ 0,11	2,36 $\pm$ 0,32	2,31 $\pm$ 0,34
Фосфор, ммоль/л	1,14 $\pm$ 0,32	1,46 $\pm$ 0,38	1,40 $\pm$ 0,32
Магній, ммоль/л	0,35 $\pm$ 0,13	0,33 $\pm$ 0,15	0,40 $\pm$ 0,09
Залізо, мкмоль/л	15,2 $\pm$ 1,21	16,7 $\pm$ 0,81	17,12 $\pm$ 1,98
Мідь, мкмоль/л	0,11 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,02
Каротин, мкмоль/л	6,65 $\pm$ 0,23	7,20 $\pm$ 0,37	7,01 $\pm$ 0,32

У крові молодняку II і III дослідних груп відбулося збільшення кількості еритроцитів на 3,5 і 1,6 %, лейкоцитів – на 6,7 і 3,6 % відповідно.

Вміст глюкози в крові телят дослідних груп був вищим порівняно з контрольною на 1,0–3,4 %.

Найважливіше значення в життєдіяльності організму належить білкам крові, які залежно від ступеня дисперсності виявляють здатність до захисту речовин, що знаходяться в плазмі, і утримання їх у розчиненому стані. За змістом загального білка і його фракцій у сироватці крові можна визначити здатність тварин переробляти протеїн кормів у тваринні білки.

Кількість загального білка в сироватці крові бичків II і III груп виявилась вищою порівняно з контрольною на 1,3 і 2,9 % відповідно. Імовірно, це стало результатом активізації метаболічних процесів під час утилізації та синтезу протеїну. У здорових тварин уміст азоту в крові може підвищуватися залежно від надходження в організм білка.

Мінеральні речовини знаходяться в організмі тварин у різному стані – вільному або зв'язаному з білками, ліпідами, вуглеводами. Найбільше значення для визначення фізіологічного стану тварин має вміст у сироватці крові солей кальцію, фосфору і їх співвідношення.

Дослідження показали, що вміст кальцію (2,21–2,36 ммоль/л) в сироватці крові знаходився в межах фізіологічної норми (2,0–3,0 ммоль/л). Значних відмінностей між групами за цим показником не виявлено. Незначне його збільшення в дослідних групах пов'язано з надходженням кальцію в організм з кормів. Вміст неорганічного фосфору знаходився в межах 1,14–1,46 ммоль/л.

Життєдіяльність організму можлива лише за кислотної ємності на рівні 435–450 мг%. Максимальне значення цього показника відзначали у бичків II дослідної групи, що вище на 10 %, ніж у контролі, і на 7,5 %, ніж у III групі.

Спостерігали тенденцію до збільшення вмісту каротину в сироватці крові молодняку II і III дослідних груп на 8,2 і 5,4 %. Очевидно, що зростання рівня каротину в сироватці крові пов'язане з його вмістом у раціоні.

Найбільш повне уявлення про ефективність використання поживних речовин корму та трансформації їх у продукцію у разі включення в раціон молодняку великої рогатої худоби різних кормових добавок дає вивчення енергії росту і м'ясної продуктивності тварин.

Жива маса і енергія росту безпосередньо залежать від умов годівлі та є основними показниками, що характеризують ефективність вирощування тварин. При цьому важливу роль відіграє не тільки кількість і якість кормів, а і збалансованість раціону за основними поживними речовинами, фізіологічний стан тварини, ступінь розвитку шлунково-кишкового тракту та ін. Повноцінною вважають лише ту годівлю, яка забезпечує рівень обмінної енергії та поживних речовин відповідно до потреб тварин. Повноцінна годівля тварин сприяє максимальному росту, розвитку і підвищенню їх продуктивності.

Основними показниками ефективності проведених досліджень є динаміка росту тварин і середньодобовий приріст. Встановлено, що середньодобовий приріст живої маси у бичків контрольної групи становив 980 г, а у дослідних підвищився до 1009–1029 г, або на 3,0 та 5,0 % (табл. 6).

Таблиця 6 – Продуктивність дослідних тварин, $\bar{x} \pm S.E.$

Показник	Група		
	I	II	III
Жива маса, кг:			
на початку дослідів	363 $\pm$ 4,2	365 $\pm$ 3,9	367 $\pm$ 4,4
в кінці дослідів	451,2 $\pm$ 4,4	455,8 $\pm$ 4,5	459,6 $\pm$ 4,6
Приріст, кг	88,2 $\pm$ 3,9	96,8 $\pm$ 2,4	92,6 $\pm$ 2,7
Середньодобовий приріст, г	980 $\pm$ 19,9	1009 $\pm$ 12,9	1029 $\pm$ 10,7
% до контролю	100	103	105

Аналіз даних за якістю спермопродукції ремонтних бичків показав (табл. 7), що за обсягом еякуляту бички II і III груп перевершували аналогів I групи на 11,0–14,0 %, а за концентрацією спермій – на 9,0–12,0 %.

Таблиця 7 – Якість спермопродукції ремонтних бичків, $\bar{x} \pm S.E.$

Показник	Група		
	I	II	III
Об'єм еякуляту, мл	2,8 $\pm$ 0,3	3,1 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,52
Концентрація спермій в еякуляті, млрд/мл	0,75 $\pm$ 0,04	0,82 $\pm$ 0,06	0,84 $\pm$ 0,07
Активність сперми, балів	6,4 $\pm$ 0,9	6,5 $\pm$ 0,4	6,6 $\pm$ 0,3
Середня кількість заморожених доз сперми за дослід	59 $\pm$ 7,3	66 $\pm$ 9,2	67 $\pm$ 9,8

Кількість енергії, відкладеної в приростах бичків II і III дослідних груп, становила 19,9–20,8 МДж, і була більшою на 4,1–9,0 % порівняно з тваринами I групи (табл. 8).

Таблиця 8 – Трансформація енергії раціону в енергію приросту

Група	Енергія приросту, МДж	Трансформація ОЕ раціону в приріст живої маси, %	Затрати ОЕ раціону на 1 МДж приросту, МДж
I	19,10	21,58	4,63
II	19,89	22,37	4,47
III	20,81	22,60	4,40

Трансформація обмінної енергії раціону в приріст живої маси підвищилася з 21,6 (контроль) до 22,4–22,6 %. Витрати енергії раціону в розрахунку на 1 МДж, відкладеної в прирості, знизилися з 4,6 (контроль) до 4,4–4,5 МДж, або на 4,0–5,0 %. Однак найкращі результати відзначено у молодняку III дослідної групи, який отримував раціони з рівнем нерозщеплюваного протеїну вище норми на 10 %.

Висновок. Згодовування племінним бичкам живою масою 363–460 кг раціонів, які містили на 10 % вище норми нерозщеплюваного протеїну, підвищувало конверсію обмінної енергії в енергію приросту живої маси на 9,0 %, сприяло збільшенню середньодобових приростів на 5,0 %, обсягу еякуляту – на 14,0, концентрації спермій в еякуляті – на 12,0 %, зниження витрат енергії корму на енергію приросту – на 5,0 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скормливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино. 2016. Т. 51. ч. 1. С. 257–266.
2. Зависимость пищеварения в рубце бычков от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков и др. Ученые записки УО "ВГАВМ". 2013. Т. 49. вып. 2. ч. 1. С. 227–231.
3. Радчиков В. Ф., Шнитко Е. А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота. Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф. 15–17 мая 2013 г. Краснодар, 2013. Ч. 2. С. 151–155.
4. Трансформация энергии рационов бычками в продукцию при использовании сапропеля / В. Ф. Радчиков и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино, 2014. Т. 49. Ч. 2. С. 148–158.
5. Рубцовое пищеварение бычков при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / В. Ф. Радчиков и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино. 2013. Т. 48. Ч. 1. С. 331–340.
6. Лемешевский В. О., Курепин А. А. Влияние качества протеина на ферментативную активность в рубце и продуктивность растущих бычков. Нива Поволжья. 2013. № 4(29). С. 72–76.
7. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в зависимости от соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе / А. Н. Кот и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино. 2016. Т. 51. Ч. 2. С. 3–11.

8. Сыворotka молочная казеиновая в кормлении молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинка и др. Новые подходы, принципы и механизмы повышения эффективности производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 5–6 июня 2014 г. Волгоград: Волгоградское науч. изд-во. 2014. С. 26–28.
9. Показатели рубцового пищеварения и переваримости питательных веществ при скормливании бычкам в период дорастивания кормов с разной расщепляемостью протеина / Ю. Ю. Ковалевская и др. Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино. 2011. Т. 46. Ч. 2. С. 47–55.
10. Радчиков В. Ф., Глинка А. М. Кормовые концентраты из отходов свеклосахарного производства для крупного рогатого скота. Стратегия основных направлений научных разработок и их внедрения в животноводстве: материалы международной научно-практической конференции 15-16 октября 2014 г. Оренбург. 2014. С. 164–166.
11. Дашков В. Н., Шведко А. Ф., Шейко И. П., Радчиков В. Ф. Плющение и консервирование зерна – путь к рентабельности животноводства. Белорусское сельское хозяйство. 2004. № 3. С. 21–22.
12. Ляндышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К., Цай В. П. Использование органического микроэлементного комплекса (ОМЭК) в составе комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. сб. Гродно. 2014. Т. 26. С. 163–168.
13. Bull Nutrition. Achieving Yearling Breeding. The Cattle Site. URL: <http://www.thecattlesite.com/articles/3508/bull-nutrition-achieving-yearling-breeding/>
14. Bull-inseminator (producer). Maintenance and feeding of breeding bulls. 2018. URL: <https://trendxmexico.com/biznes/4266-byk-osemenitel-proizvoditel-soderzhanie-i-kormlenie-plemennih-bykov.html> access.
15. Ahmad M., Ali A.A. Growth rate in buffalo and Sahiwal calves under optimum feeding conditions. 15 Annjual Rep. LPRI. Bahadar Nagar, Okara, Pakistan. 1994. P. 59–60.
16. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot / M.V. Valero et al. Acta Scientiarum Anim Sci. 2014. 36. P. 419–426.
17. Rivera-Méndez C., Plascencia A., Torreniera N., Zinn R. A. Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. J Appl Anim Res. 2017. 45 (1). P. 199–203.
18. Reti K. L., Thomas M. C., Yanke L. J., Selinger L. B. Effect of antimicrobial growth promoter administration on the intestinal microbiota of beef cattle. Gut Pathog. 2013. 5 (8). P. 1–16.
19. Mudgal V., Baghel R.P.S. Effect of probiotic supplementation on growth performance of pre-ruminant Buffalo (Bubalus bubalis) calves. Buffalo Bulletin. 2010. 29 (3). P. 225–228.
20. Kumar D.S., Chigurupati S., Prasad R.M.V. Prasad Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on the ruminal microbial population in buffalo bulls. Buff Bull. 2013. 32. P. 116–119.
21. Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review / M. Kumar et al. Int J Lives Res. 2014. 4. P. 1–8.
22. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *ricinus Communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system / O. T. B. Cruz et al. Ital. J. Anim Sci. 2014. 13 (4). P. 34–92.
23. A Case of Cutaneous Apocrine Adenocarcinoma in a 10 days old Buffalo calf / W.L.N.V. Vara Prasad et al. Journal of Livestock Science. 2017. 8. P. 35–37.
24. Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais × Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages / L. Bartoň et al. Czech J. Anim. Sci. 2007. 52. P. 269–276. Doi: <https://doi.org/10.17221/2267-CJAS>
25. Vieira C., Cerdeño A., Serrano E., Mantecón A.R. Czech Adult steers for beef production: breed effect on animal performance, retail yield and carcass quality. J. Anim. Sci. 2006. 51. P. 467–474. Doi: <https://doi.org/10.17221/3966-CJAS>
26. Bozkurt Y., Ozkaya S., ApDewi I. Czech Association between aggressive behaviour and high-energy feeding level in beef cattle. J. Anim. Sci. 2006. 51. P. 151–156.
27. Высококачественная говядина при использовании продуктов переработки рапса в кормлении бычков / В. Ф. Радчиков и др. Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве: сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. интернет-конф. г. Ставрополь 4–5 февраля 2015 г. Ставрополь: Агрусю 2015. Т. 1. С. 300–308.
28. Симоненко Е. П., Радчиков В. Ф., Цай В. П. Перспективы использования консерванта-обогапителя при заготовке кукурузного силоса и его влияние на переваримость и продуктивные качества молодняка. Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф. Ставрополь 23–24 нояб. 2007 г. Ставрополь: Агрус. 2007. С. 30–33.
29. Повышение эффективности производства говядины за счёт включения в рацион бычков кормов из рапса / В. Ф. Радчиков и др. Актуальні питання технології продукції тваринництва: збірник статей II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції 26–27 жовтня 2017 року. Полтава. 2017. С. 53–59.

REFERENCES

1. Gurin, V.K. (2016). Konversiya korma plemennymi bychkami v produktsiyu pri skarmlyvanii ratsionov s raznym kachestvom protein [Conversion of feed by breeding bulls to products when feeding diets with different quality of protein]. Zootechnical science of Belarus: Sat. scientific tr. Zhodino. Vol. 51, Part 1. pp. 257–266.
2. Radchikov, V.F. (2013). Zavisimost pischevareniya v rubtse bychkov ot sootnosheniya rasscheplyaemogo i nerasscheplyaemogo proteina v ratsione [The dependence of digestion in the rumen of bulls on the ratio of split and non-cleavable protein in the diet]. Scientific notes UO "VGAVM". Vol. 49, Issue 2, Part 1, pp. 227–231.
3. Radchikov, V.F., Shnitko, E.A. (2013). Ispolzovanie novyih kormovyih dobavok v ratsione molodnyaka krupnogo rogatogo skota [The use of new feed additives in the diet of young cattle]. Nauchnyie osnovyi povysheniya produktivnosti selskohozyaystvennyih zhivotnyih: sb. nauch. tr. SKNIIZh po materialam 6-oy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 15–17 maya

2013 g. [Scientific basis for improving the productivity of farm animals: Sat. scientific tr. SKNIIG on materials of the 6th international. scientific-practical conf. May 15-17, 2013]. Krasnodar, Part 2, pp. 151–155.

4. Radchikov, V.F. (2014). Transformatsiya energii ratsionov byichkami v produktsiyu pri ispolzovanii sapropelya [Transformation of energy rations by bulls into products using sapropel]. Zootechnical science of Belarus: Sat. scientific tr. Zhodino, Vol. 49, Part 2, pp. 148–158.

5. Radchikov, V.F. (2013). Rubtsovoe pischevarenie byichkov pri raznom sootnoshenii rasscheplyaemogo i nerasscheplyaemogo proteina v ratsione [Cicatrical digestion of bulls with different ratios of cleavable and non-cleavable protein in the diet]. Zootechnical science of Belarus: Sat. scientific tr. Zhodino, Vol. 48, Part 1, pp. 331–340.

6. Lemeshevskiy, V.O., Kurepin, A.A. (2013). Vliyanie kachestva proteina na fermentativnuyu aktivnost v rubtse i produktivnost rastuschih byichkov [The effect of protein quality on the enzymatic activity in the rumen and the productivity of growing bulls]. Niva Volga, no. 4(29), pp. 72–76.

7. Kot, A. N. (2016). Pokazateli rubtsovogo pischevareniya u molodnyaka krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot sootnosheniya rasscheplyaemogo i nerasscheplyaemogo proteina v ratsione [Indicators of cicatrical digestion in young cattle, depending on the ratio of the cleavable and non-cleavable protein in the diet]. Zootechnical science of Belarus: Sat. scientific tr. Zhodino, Vol. 51, Part 2, pp. 3–11.

8. Glinkova, A. M. (2014). Syivorotka molochnaya kazeinovaya v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Casein milk serum in feeding young cattle]. Novye podhodyi, printsipy i mehanizmyi povysheniya effektivnosti proizvodstva i pererabotki sel'skokozyaystvennoy produktsii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 5–6 iyunya 2014 g. [New approaches, principles and mechanisms to improve the efficiency of production and processing of agricultural products: materials of the Intern. scientific-practical conf. June 5–6, 2014]. Volgograd, Volgograd Scientific. publishing house. pp. 26–28.

9. Kovalevskaya, Yu. Yu. (2011). Pokazateli rubtsovogo pischevareniya i perevarimosti pitatelnykh veschestv pri skarmlivanii byichkam v period doraschivaniya kormov s raznoy rasscheplyaemostyu protein [Indicators of cicatrical digestion and digestibility of nutrients when fed to gobies during the rearing period of feeds with different protein cleavage]. Zootechnical science of Belarus: Sat. scientific tr. Zhodino. Vol. 46, Part 2, pp. 47–55.

10. Radchikov, V. F., Glinkova, A. M. (2014). Kormovyye kontsentraty iz othodov sveklosaharnogo proizvodstva dlya krupnogo rogatogo skota [Feed concentrates from beet sugar production for cattle]. Strategiya osnovnykh napravleniy nauchnykh razrabotok i ih vnedreniya v zhivotnovodstve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 15-16 oktyabrya 2014 g. [The strategy of the main directions of scientific research and their implementation in animal husbandry: materials of the international scientific-practical conference October 15-16, 2014]. Orenburg, pp. 164–166.

11. Dashkov, V.N., Shvedko, A.F., Sheyko, I.P., Radchikov, V.F. (2004). Plyuschenie i konservirovanie zerna – put k rentabelnosti zhivotnovodstva [Flattening and canning of grain is the way to the profitability of animal husbandry]. Belarusian agriculture. no. 3, pp. 21–22.

12. Lyundyshev, V.A., Radchikov, V.F., Gurin, V.K., Tsay, V.P. (2014). Ispolzovanie organicheskogo mikroelementnogo kompleksa (OMEK) v sostave kombikorma KR-2 dlya molodnyaka krupnogo rogatogo skota pri vyirashchivanii na myaso [The use of an organic microelement complex (OMEK) as part of the KR-2 feed for young cattle when grown on meat]. Agriculture – problems and prospects: Sat. scientific Sat Grodno. Vol. 26, pp. 163–168.

13. Bull Nutrition. Achieving Yearling Breeding. The Cattle Site. URL: <http://www.thecattlesite.com/articles/3508/bull-nutrition-achieving-yearling-breeding/>

14. Bull-inseminator (producer). Maintenance and feeding of breeding bulls. (2018). URL: <https://trendxmexico.com/biznes/4266-byk-osemenitel-proizvoditel-soderzhanie-i-kormlenie-plemennyyh-bykov.html> access.

15. Ahmad, M. Ali, A.A. (1994). Growth rate in buffalo and Sahiwal calves under optimum feeding conditions. 15 Annjural Rep. LPRI. Bahadar Nagar, Okara, Pakistan. pp. 59–60.

16. Valero, M.V. (2014). Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. Acta Scientiarum Anim Sci. 36, pp. 419–426.

17. Rivera-Méndez, C., Plascencia, A., Torrentera, N., Zinn, R. A. (2017). Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. J Appl Anim Res. 45 (1), pp. 199–203.

18. Reti, K. L., Thomas, M.C., Yanke, L.J., Selinger, L.B. (2013). Effect of antimicrobial growth promoter administration on the intestinal microbiota of beef cattle. Gut Pathog. 5 (8), pp. 1–16.

19. Mudgal, V., Baghel, R.P.S. (2010). Effect of probiotic supplementation on growth performance of pre-ruminant Buffalo (Bubalus bubalis) calves. Buffalo Bulletin. 29 (3), pp. 225–228.

20. Kumar, D.S., Chigurupati, S., Prasad, R.M.V. (2013). Prasad Effect of yeast culture (Saccharomyces cerevisiae) on the ruminal microbial population in buffalo bulls. Buff Bull. 32, pp. 116–119.

21. Kumar, M. (2014). Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review. Int J Lives Res. 4, pp. 1–8.

22. Cruz, O. T. B. (2014). Effect of glycerine and essential oils (Anacardium occidentale and ricinus Communis) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. Ital. J. Anim Sci. 13 (4), pp. 34–92.

23. Vara Prasad, W.L.N.V. (2017). A Case of Cutaneous Apocrine Adenocarcinoma in a 10 days old Buffalo calf. Journal of Livestock Science. 8, pp. 35–37.

24. Bartoň, L. (2007). Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais × Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. Czech J. Anim. Sci. 52, pp. 269–276. Available at: <https://doi.org/10.17221/2267-CJAS>.

25. Vieira, C., Cerdeño, A., Serrano, E., Mantecón, A.R. (2006). Adult steers for beef production: breed effect on animal performance, retail yield and carcass quality. Czech J. Anim. Sci. 51, pp. 467–474. Available at: <https://doi.org/10.17221/3966-CJAS>.

26. Bozkurt, Y., Ozkaya, S., ApDewi, I. (2006). Czech Association between aggressive behaviour and high-energy feeding level in beef cattle. J. Anim. Sci. 51, pp. 151–156.

27. Radchikov, V.F. (2015). Vyisokokachestvennaya govyadina pri ispolzovanii produktov pererabotki rapsa v kormlenii byichkov [High-quality beef using rapeseed by-products in feeding bulls]. Innovatsii i sovremennyye tehnologii v selskom hozyaystve: sb. nauch. st. po materialam mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. g. Stavropol 4–5 fevralya 2015 g. [Innovation and modern technology in agriculture: Sat. scientific Art. According to the materials of the Intern. scientific-practical internet conf. Stavropol February 4–5, 2015]. Stavropol: Agrusyu, Vol. 1, pp 300–308.

28. Simonenko, E. P., Radchikov, V. F., Tsay, V. P. (2007). Perspektivy ispolzovaniya konservanta-obogatitelya pri zagotovke kukuruznogo silosa i ego vliyanie na perevarimost i produktivnyie kachestva molodnyaka [Prospects for the use of a preservative-enrichment agent in harvesting corn silage and its effect on the digestibility and productive qualities of young animals]. Aktualnyie voprosy zootehnicheskoy nauki i praktiki kak osnova uluchsheniya produktivnyih kachestv i zdorovya selskohozyaystvennyih zhivotnyih: sb. nauch. tr. po materialam V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Stavropol 23–24 noyab. 2007 g. [Topical issues of zootechnical science and practice as a basis for improving the productive qualities and health of farm animals: Sat. scientific tr. Based on materials of the V Intern. scientific-practical conf.]. Stavropol: Agrus. pp. 30–33.

29. Radchikov, V.F. (2017). Povyishenie effektivnosti proizvodstva govyadiny za schYot vklucheniya v ratsion byichkov kormov iz rapsa [Improving the efficiency of beef production due to the inclusion in the diet of bulls feed from rapeseed]. Aktualni pitannya tehnologiyi produktivnogo tvarinnitstva: zbirnik statey II VseukrayinskoYi naukovo-praktichnoYi Internet-konferentsiyi 26–27 zhovtnya 2017 roku. [Current food technologies of the production of products: a list of articles of the 2nd All-Ukrainian Scientific Scientific Practical Internet Conferences 26–27 December 2017]. Poltava, pp. 53–59.

Оптимизация содержания протеина в рационах племенных бычков

Разумовский Н.П., Богданович Д.М.

Изучено эффективность скормливания ремонтным бычкам рационов с разным качеством протеина.

Исследования проведены на 3-х группах ремонтных бычков в возрасте 12–18 месяцев, средней начальной живой массой 363–367 кг.

Количество нерасщепляемого протеина в рационе ремонтных бычков контрольной группы было ниже на 10 % от принятой нормы, II опытной группы – соответствовало принятой норме за счет экструдированных гороха, люпина и льняного жмыха. У бычков III опытной группы уровень нерасщепляемого протеина в рационе был выше нормы на 10 %.

Установлено, что в рубцовом содержимом бычков опытных групп, потреблявших рационы с уровнем нерасщепляемого протеина по норме и на 10 % выше ее, отмечено увеличение содержания общего азота на 5,1 и 5,5 %, белкового – на 7,5 и 8,2 % соответственно. Установлено достоверное снижение количества аммиака в рубце опытных животных на 21,0 ($P<0,05$) и 24,0 % ($P<0,05$) соответственно, что свидетельствует о снижении расщепления протеина и улучшении его использования микроорганизмами для синтеза белка.

Животные II и III опытных групп, потреблявшие рационы с повышенным уровнем нерасщепляемого протеина, лучше переваривали питательные вещества корма. Так, переваримость сухого и органического веществ, протеина достоверно повысилась на 6,4 и 6,9; 6,4 и 7,1; 5,6 и 5,5 %. Отмечена тенденция к повышению переваримости жира, клетчатки, БЭВ.

В результате анализа морфо-биохимического состава крови не установлено существенных различий по всем изучаемым показателям не установлено, все они находились в пределах физиологической нормы. Однако отмечено увеличение содержания в крови бычков II опытной группы общего белка на 4,0 %, общего и белкового азота – на 4,0–5,0 %, а у молодняка III опытной группы эти показатели повысились соответственно на 6,5 и 7,0 %.

Среднесуточный прирост живой массы у бычков контрольной группы составил 980 г, а в опытных повысился до 1009–1029 г, или на 3,0 и 5,0 %.

По объему эякулята бычки II и III групп превосходили аналогов I группы на 11,0–14,0 %, а концентрации спермы – на 9,0–12,0 %.

Количество энергии, отложенной в приросте бычков II и III опытных групп, составило 19,89–20,81 МДж, или на 4,1–9,0 % больше, чем в I контрольной группы.

Трансформация обменной энергии рациона в прирост живой массы повысилась с 21,58 (контроль) до 22,37–22,60 %. Затраты энергии рациона в расчете на 1 МДж, отложенной в приросте, снизились с 4,63 (контроль) до 4,40–4,47 МДж, или на 4,0–5,0 %. Лучшие результаты отмечены у молодняка III опытной группы, получавшего рационы с уровнем нерасщепляемого протеина выше нормы на 10,0 %.

Ключевые слова: бычки, рационы, корма, расщепляемый протеин, нерасщепляемый протеин, рубцовое пищеварение, продуктивность.

The Improvement of protein diet standards for breeding bulls

Razumovski N., Bogdanovich D.

The research was conducted in 3 groups of rearing bulls aged 12–18 months, with an average initial live weight of 363–367 kg.

The amount of non-degradable protein in diet of rearing bulls of the control group was lower by 10 % of the accepted standard. The second experimental group corresponded to the accepted standard due to extruded peas, lupine and flax meal. The level of non-degradable protein in III experimental group was above the standard by 10 %.

The research helped to determine that experimental groups of bulls that consumed food with the level of non-degradable protein according to the standard and 10 % higher in the rumen content has an increased level of total nitrogen by 5.1 % and 5.5 % and protein – by 7.5 and 8.2 % respectively. A significant reduction in the amount of ammonia in the rumen of experimental animals was determined by 21 ($P<0.05$) and 24.0 % ($P<0.05$), respectively, which indicates the decrease in protein degradability and improvement of its use by microorganisms for protein synthesis.

Animals of II and III experimental groups consuming food with higher levels of non-degradable protein digested feed nutrients better. Thus, digestibility of dry and organic substances and protein significantly increased by 6.4 and 6.9; 6.4 and 7.1; 5.6 and 5.5 %. There is a tendency to increase of digestibility of fat, fiber and BEV.

As a result of the analysis of the morphological and biochemical composition of blood, it was determined that there were no significant differences in all of the studied parameters, they all ranged within the physiological standard. However, there was an increase of total protein by 4.0 %, total and protein nitrogen – by 4.0–5.0 % in bulls' blood of the II experimental group, while in young animals of III experimental group these indicators increased respectively by 6.5 and 7.0 %.

The research has shown that the average daily weight gain of the bulls in control group was 980 g, and in the experimental ones it increased to 1009–1029 g or by 3.0 and 5.0 %.

As for the volume of ejaculate, bulls of II and III groups surpassed their coevals of group I by 11.0–14.0 %, and by semen concentrations – by 9.0–12.0 %.

The energy in weight gain of bulls of II and III experimental groups ranged 19.9–20.8 MJ, or 4.1–9.0 % and was higher compared to group I.

The transformation of metabolizable energy of diet into body weight gain increased from 21.6 % (control) to 22.4–22.6 %. The energy spent on diet per 1 MJ for weight gain decreased from 4.6 MJ (control) to 4.4–4.5 MJ or by 4.0–5.0 %. However, the best results were observed in young animals of III experimental group, who received diets with the level of non-degradable protein in the amount of 10 % above the standard.

Key words: calves, diet, feed, degradable protein, non-degradable protein, rumen digestion, performance.

Надійшла 02.04.2019 р.

УДК 619:636.2.053:36.087.2

**ВЕРЕС А.А.
КРИВИЙ М.М.***Житомирський національний агроекологічний університет
alpo4ka@bigmir.net***ДИНАМІКА ЖИВОЇ МАСИ ТА ЕКСТЕР'ЄРНІ ПОКАЗНИКИ
РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ДЖЕРСЕЙСЬКОЇ ПОРОДИ
ЗА ЗГОДОВУВАННЯ СУХОЇ ПИВНОЇ ДРОБИНИ**

Вивчено динаміку живої маси, кратність її збільшення, середньодобові прирости, відносну швидкість росту та мінливість зазначених показників у ремонтних телиць джерсейської породи за згодовування різної кількості сухої пивної дробини, яка за своєю поживністю, амінокислотним складом білку та жирнокислотним складом ліпідів є високобілковим продуктом зі значним умістом вуглеводів, у тому числі клітковини. За принципом груп-аналогів було сформовано три групи ремонтних теличок джерсейської породи, з яких перша – контрольна, друга і третя – дослідні, в раціони яких було введено 15 % та 20 % сухої пивної дробини від загальної поживності раціонів відповідно.

Встановлено, що за період вирощування від народження до 12 місяців кратність збільшення живої маси дослідних тварин була найвищою у телиць 2 дослідної групи і становила 9,3 раза, телиць 1 контрольної та 3 дослідної груп збільшили живу масу у 9,0 разів. Найбільший середньодобовий приріст живої маси в період від 2 до 6 місяців спостерігали у телиць 2 дослідної групи – 811,4 г, що на 3,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі та на 7,4 % більше, ніж в 3 дослідній групі. Відносна швидкість росту в період від 2 до 6 місяців найвищою була у тварин 2 дослідної групи і становила 85,7 %, що на 2,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі і на 4,2 % більше, ніж в 3 дослідній групі. В період від 6 до 12 місяців найбільший середньодобовий приріст відмічали в 2 дослідній групі – 671,4 г, що на 2,1 % більше, ніж в 1 контрольній групі і на 3,5 % більше, ніж в 3 дослідній групі. Відносна швидкість росту у телиць від 6 до 12 місяців всіх груп була майже однаковою і коливалась в межах 54,2–54,7 %. У віці 12 місяців індекс формату був більший у телиць 1 контрольної групи і становив 120,4, в 3 дослідній – 119,6, в 2 дослідній групі – 118,6. За індексом збитості в цьому ж віці дослідні телиць 2 групи перевершували аналогів 1 контрольної групи на 0,7 % і 3 дослідної групи – на 1,4 %, що свідчить про кращий розвиток статей тіла.

Ключові слова: динаміка, прирости, ремонтні телиці, джерсейська порода, проміри, індекси.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-95-102

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Спрямоване вирощування ремонтного молодняку великої рогатої худоби неможливе без чітких знань про закономірності його росту й розвитку. Кожна тварина характеризується властивими їй біологічними, селекційно-генетичними та господарськими особливостями, що формуються в певних умовах середовища [1]. Характер росту та розвитку, окрім умов утримання і породної належності, залежить від деталізованої годівлі тварин з урахуванням їх середньодобових приростів та живої маси.

З огляду на це, вивчення впливу кормових факторів на показники росту і розвитку ремонтного молодняку великої рогатої худоби має важливе теоретичне і практичне значення.

Корови джерсейської породи належать до молочного напрямку продуктивності. До переваг цієї породи слід віднести високий вміст жиру в молоці, який за збалансованої годівлі досягає 7–8 %, скоростиглість та відмінну пристосованість до різних природно-кліматичних умов. Крім того, тварини характеризуються високою конверсією поживних речовин кормів, споживаючи на 20 % менше кормових засобів, порівняно з іншими молочними породами [2]. Бугаїв-плідників цієї породи широко використовують для поліпшення вітчизняних молочних порід. Однак племінні стада цієї породи в Україні відсутні.

Джерсейська порода – найдрібніша серед молочних порід. Висота у холці повновікових корів у середньому становить 124–132 см, глибина грудей – 66–70, ширина грудей – 38–42, коса довжина тулуба – 142–150, обхват грудей – 172–180, обхват п'ястка – 16–17 см. Середня маса новонароджених телят становить 18–31 кг, повновікових корів – 360–450, бугаїв-плідників – 600–770 кг. Оптимальний вік осіменіння ремонтних телиць – 13–15 місяців за живої маси 270–300 кг [5].

Стандарт джерсейської породи в Україні, згідно з інструкцією з бонітування 2004 року, за живою масою корів-первісток сягає 420 кг, маси телиць у піврічному віці – 140 кг, у 18 місяців – 325 кг [8].

Для реалізації генетичного потенціалу ремонтні телиці повинні розвиватися за відповідного менеджменту, який уможливилює отримання оптимальних темпів росту, розвитку і кондиції [7]. Моніторинг показників продуктивності ремонтних телиць – це один із способів визначити ефективність їх вирощування та впевнитись, чи відповідає рівень годівлі фізіологічним потребам зростаючого організму. Сучасна концепція росту високопродуктивної худоби передбачає вивчення таких критеріїв як величина живої маси й висота в холці відповідно до стандарту породи. Інтенсивний рівень вирощування за весь період дає змогу зменшити вік корів при першому отеленні, підвищити живу масу первісток і одержати від них надої вищі, ніж від корів, вирощених за зниженого рівня приросту [3].

Дослідження засвідчують наявність криволінійної залежності між інтенсивністю росту молодняку і наступною молочною продуктивністю. Оптимальний рівень середньодобових приростів для вирощування джерсейських телиць від народження до запліднення становить 0,5–0,6 кг [4]. Підвищення інтенсивності годівлі зумовлює зміни в секреції гормонів у лактогенному комплексі тканин організму, що призводить до зменшення числа секреторних клітин в молочній залозі, синдрому ожиріння вимені і, як наслідок, зниження молочної продуктивності [6].

Однією з передумов вирощування високопродуктивних корів є забезпечення біологічно повноцінної годівлі ремонтних телиць від народження до першого отелення [9]. Одним із напрямів підвищення ефективності розщеплення і засвоєння поживних речовин кормів організмом тварин є введення в структуру раціонів побічних продуктів харчової промисловості, які мають високу поживну та біологічну цінність. З огляду на унікальний поживний склад, відходи пивоварного виробництва, зокрема пивну дробину, широко використовують як інгредієнт для балансування раціонів тварин.

Пивна дробина утворюється після фільтрації пивного сусла в процесі варіння пива. Це натуральний, екологічно чистий продукт з високим умістом протеїну (в 2–3 рази більшим, ніж в ячмені) [13]. Дробина має густу консистенцію грубо розмеленого зернового продукту, світло-коричневий колір, солодкуватий смак та солодовий запах [12]. До складу дробини входять зернові оболонки, нерозчинні частки зерна, майже весь його жир і білок [10, 11]. Склад дробини залежить від якості солоду, кількості несолодженої сировини, а також сорту виготовленого пива [13]. Суха дробина смачна й добре поїдається худобою у складі кормосуміші [14]. Результати дослідження хімічного складу, амінокислотного складу білку та жирнокислотного складу ліпідів сухої пивної дробини свідчать, що вона є високобілковим продуктом зі значним умістом вуглеводів, у тому числі клітковини. Білок дробини містить всі незамінні амінокислоти. Жирнокислотний склад ліпідів сухої пивної дробини показує, що вони мають високу біологічну ефективність [15]. Крім того, пивна дробина отримується з рослинної сировини, що не піддається генетичній модифікації, а як наслідок – не може проявляти мутагенні та інші негативні властивості [10].

Метою дослідження було вивчити вплив різних доз сухої пивної дробини в раціонах на динаміку живої маси та екстер'єрні показники ремонтних телиць джерсейської породи.

Матеріал та методика дослідження. Дослідження проводили на базі фермерського господарства «Дан-мільк» Черняхівського району Житомирської області. За принципом груп-аналогів було сформовано три групи ремонтних теличок джерсейської породи (n=24 гол.), з яких перша – контрольна (8 гол.), друга (8 гол.) і третя (8 гол.) – дослідні. Для виконання мети роботи було використано схему, що представлена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема досліджень

Група	Кількість голів	Характеристика умов годівлі
1	8	Основний раціон (ОР) + зерноsumіш
2	8	ОР + зерноsumіш, в складі якої 15 % сухої пивної дробини
3	8	ОР + зерноsumіш, в складі якої 20 % сухої пивної дробини

Годівля теличок від народження до 2-місячного віку була однаковою для всіх тварин. Концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини у віці 1 місяць становила 16,8 МДж, у віці 2 місяці – 13,4 МДж, сирого протеїну 260,2 та 246,9 г відповідно.

Для вирощування теличок віком від 3 до 5 місяців використовували концентратний тип годівлі. Так, частка концентрованих кормів в раціоні становила 78,9–79,6 %, а масова частка грубих кормів коливалась від 20,4 до 21,2 %. В раціоні телят віком 3 місяці концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини була на рівні 10,9–11,2 МДж, а сирого протеїну – 198,3–231,7 г.

В період вирощування ремонтних телиць від 6 до 12 місяців використовували силосно-концентратний тип годівлі. Структура раціонів тварин у віці 6 місяців була наступною: кукурудзяний силос становив 22,8–35,8 %, грубі корми – від 14,2 до 23,9 %, концентровані – 40,3–60,5 %. В 1 кг сухої речовини раціону містилося 9,9–10,0 МДж обмінної енергії та 140,0 – 140,4 г сирого протеїну.

Раціони ремонтних телиць віком 12 місяців включали кукурудзяний силос – 46,4–53,1 %, грубі корми – 13,4–19,4, концентровані – 31,4–33,0 %. Концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини раціону становила 9,4–9,6 МДж, сирого протеїну 129,3–132,8 г.

До складу зерносумішей 2 та 3 дослідних груп, окрім традиційних кормів, було введено відповідно 15,0 та 20,0 % сухої пивної дробини від загальної поживності раціону, зменшивши питому вагу соняшникового шроту. Для балансування мінерального живлення використовували трикальцій фосфат, вуглекислий кобальт та вуглекислий цинк. Поживність раціонів відповідала нормативним вимогам для всіх вікових груп тварин.

Умови утримання та догляду за тваринами були однакові для всіх груп. Ріст та розвиток ремонтного молодняку визначали шляхом щомісячних зважувань на вагах вранці до годівлі та взяттям промірів за загальноприйнятими методиками. Висоту в холці визначали за допомогою мірної палиці від найвищої точки холки до підлоги; косу довжину тулуба – від плечелопаткового суглоба до заднього виступу сідничного бугра, також мірною палицею; обхват грудей вимірювали сантиметровою стрічкою, за лопатками по колу, що проходить по дотичній до заднього кута лопатки.

Живу масу тварин визначали на підставі систематичних зважувань: у перший день після народження, далі щомісячно вранці до годівлі й напування. Абсолютний приріст тварин визначали за формулою:

$$A = M_1 - M_0,$$

де A – абсолютний приріст, кг; M_0 – маса тварин на початку періоду; M_1 – маса тварин у кінці періоду, кг.

Основним показником абсолютного приросту найчастіше є середньодобовий приріст, який визначають за формулою:

$$A = (W_t - W_0)/t,$$

де A – абсолютний приріст; W_t – маса тіла кінцева; W_0 – маса тіла початкова; t – час.

Абсолютний приріст одиниці маси тіла за одиницю часу не може характеризувати істинну швидкість росту. Для цієї мети обчислювали відносний приріст, виражений у відсотках. Обчислювали його за формулою С. Броді:

$$B = ((W_t - W_0) * 100) / ((W_t + W_0)/2),$$

де B – приріст за певний відрізок часу, %; W_t – кінцева маса тварин; W_0 – початкова маса тварин. Ця формула дає змогу охарактеризувати напруженість росту за короткий період, бо за тривалого періоду приріст дає не тільки початкова маса тіла, а й та маса, що приросла пізніше і бере участь у процесі росту. Кратність збільшення живої маси ремонтних телиць визначали шляхом ділення живої маси у 2,6 та 12 місяців на живу масу у перший день після народження.

За формулами Е.Я. Борисенка визначали індекси тілобудови тварин у різні вікові періоди:

формату = коса довжина тулуба/висота в холці · 100 %;

збитості = обхват грудей/коса довжина тулуба · 100%.

Результати дослідження. Жива маса тварин у віці 2 місяці коливалась у межах 66,0–66,9 кг, у віці 6 місяців телиці 2 дослідної групи мали найбільшу живу масу – 165,0 кг, що на 2,2 кг більше ніж у тварин 1 контрольної групи та на 6,8 кг більше, ніж у тварин 3 дослідної групи. У віці 12 місяців також найвищий показник живої маси у телиць 2 дослідної групи – 288,6 кг, що на 4,9 кг більше, ніж в 1 контрольній та на 11,2 кг більше, ніж в 3 дослідній групі (рис. 1).

Важливим показником, що характеризує ріст телиць, є кратність збільшення їх живої маси (табл. 2).

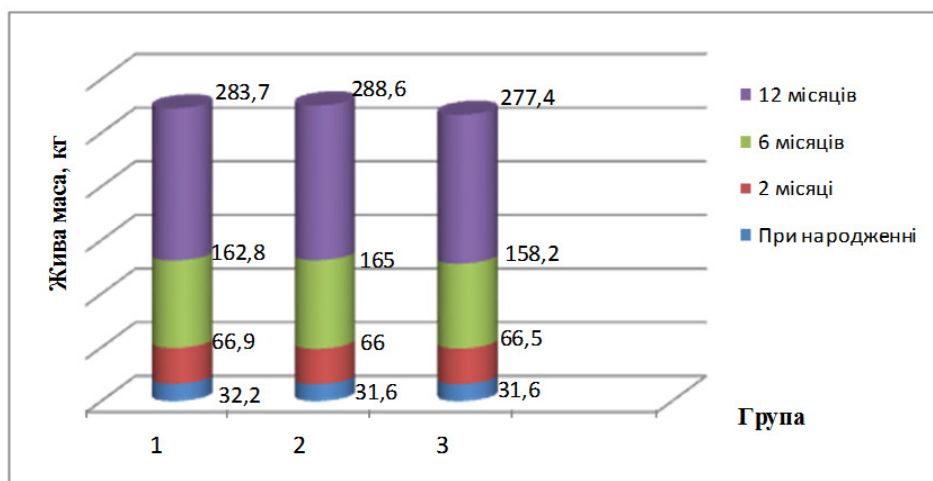


Рис. 1. Динаміка живої маси ремонтних телиць.

Таблиця 2 – Кратність збільшення живої маси ремонтних телиць, $M \pm m$

Вік, міс.	Група		
	1	2	3
2	$2,1 \pm 0,10$	$2,1 \pm 0,13$	$2,2 \pm 0,14$
6	$5,1 \pm 0,20$	$5,3 \pm 0,28$	$5,1 \pm 0,30$
12	$9,0 \pm 0,46$	$9,3 \pm 0,49$	$9,0 \pm 0,58$

Встановлено, що кратність збільшення живої маси за період від народження до 2 місячного віку в усіх групах тварин була майже на одному рівні і коливалась в межах 2,1–2,2 рази. Однак за період вирощування від народження до 12 місяців цей показник був найвищим у телиць 2 дослідної групи і становив 9,3 раза, телиці 1 контрольної та 3 дослідної груп збільшили живу масу у 9,0 разів.

Таблиця 3 – Середньодобові прирости та відносна швидкість росту ремонтних телиць, $M \pm m$

Вікові періоди, міс.	Групи					
	Середньодобові прирости, г			Відносна швидкість росту, %		
	1	2	3	1	2	3
0 – 2	$532,3 \pm 62,04$	$511,6 \pm 75,19$	$525,8 \pm 8,03$	$70,5 \pm 3,93$	$70,8 \pm 4,89$	$71,7 \pm 5,09$
2 – 6	$786,4 \pm 53,48$	$811,4 \pm 26,18$	$751,0 \pm 73,24$	$83,5 \pm 1,20$	$85,7 \pm 0,98$	$81,5 \pm 2,09$
6 – 12	$657,3 \pm 13,59$	$671,4 \pm 5,77$	$647,8 \pm 10,69$	$54,2 \pm 1,37$	$54,5 \pm 0,46$	$54,7 \pm 1,41$

Середньодобові прирости в період вирощування телят до 2-місячного віку коливались в межах 511,6–532,3 г. При цьому найбільша відносна швидкість росту – 71,7 % була у телиць 3 дослідної групи, в 1 контрольній і 2 дослідній цей показник був дещо нижчим і становив 70,5 та 70,8 % відповідно. Найбільший середньодобовий приріст живої маси в період від 2 до 6 місяців спостерігали у телиць 2 дослідної групи – 811,4 г, що на 3,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі та на 7,4 % більше ніж в 3 дослідній групі. Відносна швидкість росту в цей період найвищою була також у тварин 2 дослідної групи і становила 85,7 %, що на 2,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі і на 4,2 % більше, ніж в 3 дослідній групі. У наступному віковому періоді вирощування від 6 до 12 місяців найбільший середньодобовий приріст відмічали також в 2 дослідній групі – 671,4 г, що на 2,1 % більше ніж в 1 контрольній групі і на 3,5 % більше, ніж в 3 дослідній групі. Відносна швидкість росту у телиць всіх груп була майже однаковою і коливалась в межах 54,2–54,7 %.

У віці 6 місяців висота в холці ремонтних телиць першої контрольної групи коливалась в межах $96,1 \pm 0,52$ см, що на 0,8 % більше, ніж в другій дослідній групі та на 0,2 % більше, ніж в третій дослідній групі. Найбільший обхват грудей за лопатками ремонтних телиць у віці 6 місяців був у тварин 2 дослідної групи і складав $125,9 \pm 0,90$ см, що на 1,2 % більше ніж у тварин з

першої контрольної групи та на 1,0 % більше, ніж у тварин третьої дослідної групи. Коса довжина тулуба найбільша була у телиць третьої дослідної групи і становила $112,4 \pm 1,27$ см, що на 1,2 % більше, ніж у телиць першої контрольної групи та на 1,6 % більше, ніж у телиць другої дослідної групи.

У віці 12 міс. висота в холці ремонтних телиць знаходилась в межах 115,6–117,9 см, обхват грудей за лопатками – 154,0–158,0 см, коса довжина тулуба – 138,1–140,3 см.

Таблиця 4 – Результати взяття основних промірів телиць у різні періоди вирощування

Показники Групи	ВХ, см		ОГ, см		КДТ, см	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
3 місяці						
1	$88,6 \pm 1,32$	4,2	$98,6 \pm 2,07$	5,9	$90,4 \pm 1,46$	4,6
2	$85,8 \pm 1,00$	3,3	$92,1 \pm 0,93$	2,9	$90,4 \pm 1,50$	4,7
3	$83,9 \pm 1,39$	4,7	$91,4 \pm 1,38$	4,3	$87,1 \pm 1,04$	3,4
6 місяців						
1	$96,1 \pm 0,52$	1,5	$124,4 \pm 2,10$	4,8	$111,1 \pm 2,24$	5,7
2	$95,3 \pm 0,73$	2,2	$125,9 \pm 0,90$	2,0	$110,6 \pm 1,10$	2,8
3	$95,9 \pm 1,01$	3,0	$124,6 \pm 2,02$	4,6	$112,4 \pm 1,27$	3,2
9 місяців						
1	$103,5 \pm 1,61$	4,4	$141,4 \pm 2,93$	5,9	$131,4 \pm 1,80$	3,9
2	$104,0 \pm 1,85$	5,0	$142,8 \pm 1,10$	2,2	$131,8 \pm 1,31$	2,8
3	$102,6 \pm 1,49$	4,1	$140,8 \pm 3,43$	6,9	$129,8 \pm 2,01$	4,4
12 місяців						
1	$116,8 \pm 2,58$	6,2	$157,5 \pm 2,10$	3,8	$140,3 \pm 1,87$	3,8
2	$117,9 \pm 1,48$	3,6	$158,0 \pm 1,21$	2,2	$139,8 \pm 1,74$	3,5
3	$115,6 \pm 1,64$	4,0	$154,0 \pm 2,80$	5,1	$138,1 \pm 2,07$	4,2

Абсолютні величини промірів тіла тварини не дають уявлення про пропорційність її розвитку. Для оцінювання пропорційності розвитку тварин проведено розрахунок індексів тілобудови, за допомогою яких можна робити висновок про гармонійність будови тіла, ступінь вираженості бажаного напрямку продуктивності і статевого диморфізму, а також особливості росту тварин у окремі періоди життя. Результати розрахунків індексів тілобудови ремонтних телиць представлено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Індеси тілобудови ремонтних телиць

Індеси	Група					
	1 контрольна		2 дослідна		3 дослідна	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
3 місяці						
Формату	$102,0 \pm 1,15$	3,2	$105,4 \pm 1,25$	3,4	$104,1 \pm 1,98$	5,4
Збитості	$109,1 \pm 0,99$	2,6	$102,1 \pm 1,47$	4,1	$104,9 \pm 1,60$	4,3
6 місяців						
Формату	$115,6 \pm 2,37$	5,8	$116,2 \pm 1,41$	3,4	$117,3 \pm 1,46$	3,5
Збитості	$112,2 \pm 2,97$	7,5	$113,8 \pm 0,71$	1,8	$110,9 \pm 1,17$	3,0
9 місяців						
Формату	$127,0 \pm 1,61$	3,6	$126,9 \pm 2,00$	4,5	$126,5 \pm 1,86$	4,2
Збитості	$107,6 \pm 1,84$	4,8	$108,4 \pm 0,82$	2,1	$108,5 \pm 2,51$	6,5
12 місяців						
Формату	$120,4 \pm 2,07$	4,9	$118,6 \pm 1,13$	2,7	$119,6 \pm 2,37$	5,6
Збитості	$112,4 \pm 1,41$	3,6	$113,2 \pm 1,67$	4,2	$111,6 \pm 2,41$	6,1

Аналіз індексів формату показує, що піддослідні телиці 2 та 3 груп перевершували ровесників 1 контрольної групи до 6-місячного віку. У віці 12 місяців індекс формату більший у телиць 1 контрольної групи і становив 120,4, в 3 дослідній групі – 119,6, в 2 дослідній групі – 118,6. За індексом збитості в цьому самому віці дослідні телиці 2 групи перевершували аналогів 1 контрольної групи на 0,7 % і 3 дослідної групи – на 1,4 %, що свідчить про кращий розвиток у них маси тіла.

Висновки. 1. За період вирощування від народження до 12 місяців кратність збільшення живої маси дослідних тварин була найвищою у телиць 2 дослідної групи і становила 9,30 раза, телиці 1 контрольної та 3 дослідної груп збільшили живу масу у 9,0 разів.

2. Найбільший середньодобовий приріст живої маси в період від 2 до 6 місяців спостерігали у телиць 2 дослідної групи – 811,4 г, що на 3,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі та на 7,4 % більше, ніж в 3 дослідній групі.

3. Відносна швидкість росту в період від 2 до 6 місяців найвищою була у тварин 2 дослідної групи і становила 85,7 %, що на 2,2 % більше, ніж в 1 контрольній групі і на 4,2 % більше, ніж в 3 дослідній групі.

4. В період від 6 до 12 місяців найбільший середньодобовий приріст відмічали в 2 дослідній групі – 671,4 г, що на 2,1 % більше, ніж в 1 контрольній групі і на 3,5 % більше, ніж в 3 дослідній групі.

5. Відносна швидкість росту у телиць від 6 до 12 місяців всіх груп була майже однаковою і коливалась в межах 54,2–54,7 %.

6. У віці 12 місяців висота в холці ремонтних телиць знаходилась у межах 115,6–117,9 см, обхват грудей за лопатками – 154,0–158,0 см, коса довжина тулуба – 138,1–140,3 см.

7. У віці 12 місяців індекс формату був більшим у телиць 1 контрольної групи і становив 120,4, в 3 дослідній групі – 119,6, в 2 дослідній групі – 118,6. За індексом збитості в цьому ж віці дослідні телиці 2 групи перевершували аналогів 1 контрольної групи на 0,7 % і 3 дослідної групи – на 1,4 %, що свідчить про кращий розвиток маси тіла.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковацький С. В. Ріст і розвиток молодняку української чорно-рябої молочної породи за умов недостатньої годівлі. Міжвідомчий науковий збірник «Розведення і генетика тварин». 2009. №43. С. 162 – 168.
2. Джерсейська порода корів: огляд, характеристики, фото, відео. URL: <https://damilk.com.ua/ua/novosti/dzherseyskaya-poroda-korov/>
3. Гавриленко М. Вимоги до росту і розвитку племінних телиць. Пропозиція. 2008. URL: <https://propozitsiya.com.ua/vimogi-do-rostu-y-rozvitku-pleminnih-telic>
4. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: монографія / за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатуліна, В. І. Костенка. Житомир, 2012. 860 с.
5. Гавриленко М., Полупан Ю., Резникова Н., Коваль Т. Атлас порід. Агробізнес Сьогодні. Сучасне тваринництво. 2011. URL: <http://agro-buisness.com.ua/agro/item/7994-atlas-porid.html>
6. Meyer M. J., Capuco A. V., Ross D. A., Lintault L. M., Van Amburgh M. E. Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: Parenchyma and fat pad mass and composition. Dairy Science. 2006. 89:4289–4297.
7. Паньків І., Ванжула Ю. Правильна організація вирощування телиць як запорука отримання високопродуктивної корови і зменшення витрат на лікування. Здоров'я продуктивних тварин. 2007. № 5. С. 32 – 34.
8. Про затвердження Інструкції з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід, Інструкції з ведення племінного обліку в молочному і молочно-м'ясному скотарстві та зразків форм племінного обліку в молочному і молочно-м'ясному скотарстві : наказ Міністерства аграрної політики України від 30.12.2003 № 474.
9. Гавриленко М., Шарапа Г. Сучасна стратегія вирощування молочних тварин. Аграрний тиждень. Україна. 2017. № 12 (325).
10. Пивна дробина для потреб сільського господарства. Аграрний тиждень. Україна. URL: <http://a7d.com.ua/agro-politika/1569-pivna-drobina-dlya-potreb-sil'skogo-gospodarstva.html>
11. Використання нетрадиційних кормів – шлях до зміцнення кормової бази птахівництва. Агро Еліта. 2014. URL: <http://agroprod.biz/2014/02/10/vykorystannya-netradytsijnyh-kormiv-shlyah-do-zmitsnennya-kormovoji-bazy-ptahivnytstva/>
12. Кошова В.М., Романова З. М., Ашмаріна Г. Р. Особливості використання відходів пивоваріння. Напої. Технології та Інновації. 2012. № 6,7 (11–12). С. 60–61.
13. Кошова В. М., Лубяной М. О. Способи переробки пивної дробини. Напої. Технології та Інновації, Пивоваріння. 2011. С. 71–77.
14. Славов В., Шуст П. Пивна дробина. Agroexpert. 2010. №6 (23). С. 69 – 71.
15. Волотка Ф.Б., Богданов В. Д. Технологическая и химическая характеристика пивной дробины. Вестник ТГЭУ. 2013. №1. С. 114–124.

REFERENCES

1. Kovats'kyi, S. V. (2009). Rist i rozvytok molodnyaku ukrayins'koyi chorno-ryaboyi molochnoyi porody za umov nedostatn'oyi hodyvli [Growth and development of young Ukrainian black-and-white milk breeding under conditions of malnutrition]. Mizhvidomchyy naukovyy zbirnyk «Rozvedennya i henetyka tvaryn» [Interdepartmental scientific collection "Breeding and genetics of animals"]. 43, pp. 162–168.
2. Dzherseys'ka poroda koriv: ohlyad, kharakterystyky, foto, video. [Jersey breed of cows: review, characteristics, photos, videos]. Available at: <https://damilk.com.ua/ua/novosti/dzherseyskaya-poroda-korov/>
3. Havrylenko, M. (2008). Vymohy do rostu i rozvitku pleminnikh telyts'. [Requirements for the growth and development of tribal heifers]. Propozytsiya. Available at: <https://propozitsiya.com.ua/vimogi-do-rostu-y-rozvitku-pleminnih-telic>

4. Kandyby, V. M., Ibatullina, I. I., Kostenka, V. I. (2012). Teoriya i praktyka normovanoj hodivli velykoyi rohatoj khudoby: monohrafiya. [Theory and practice of normalized feeding of cattle: monograph]. Zhytomyr, 860 p.
5. Havrylenko, M., Polupan, YU., Ryznykova, N., Koval', T. (2011). Atlasporid. [Atlas of breeds]. AhrobiznesS'ohodni. Suchasnetvarynyystvo. Available at: <http://agro-buisness.com.ua/agro/item/7994-atlas-porid.html>
6. Meyer, M. J., Capuco, A. V., Ross, D. A., Lintault, L. M., Van Amburgh, M. E. (2006). Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. J Dairy Sci. 89, pp. 4289–4297.
7. Pan'kiv, I., Vanzhula, YU. (2007). Pravylna orhanizatsiya vyroshchuvannya telytsi yak zaporuka otrymannya vysokoproduktyvnoyi korovy i zmenshennya vytrat na likuvannya. [The correct organization of heifer cultivation as a guarantee of obtaining high-yielding cows and reducing the cost of treatment]. Zdorov'ya produktyvnykh tvaryn [Health of productive animals]. 5, pp. 32–34.
8. Pro zatverdzhennya Instruktsiyi z bonituvannya velykoyi rohatoj khudoby molochnykh i molochno-m'iasnykh porid, Instruktsiyi z vedennya pleminnoho obliku v molochnomu i molochno-m'iasnomu skotarstvi ta zrazkiv form pleminnoho obliku v molochnomu i molochno-m'iasnomu skotarstvi: nakaz Ministerstva aharnoyi polityky Ukrainy vid 30.12.2003 № 474. [On Approval of the Guidelines for boning cattle of dairy and dairy breeds, Guidelines for keeping breeding records in dairy and dairy cattle breeding and samples of forms of breeding records in dairy and dairy cattle breeding: the Ministry's order Agrarian Policy of Ukraine of December 30, 2003 No. 474].
9. Havrylenko, M., Sharapa, H. (2017). Suchasna stratehiya vyroshchuvannya molochnykh tvaryn. [The modern strategy of raising dairy animals]. Agrarian week. Ukraine, no. 12 (325).
10. Pivna drobina dlya potreb sil's'koho hospodarstva [Beer gravel for the needs of agriculture]. Agrarian week. Ukraine. Available at: <http://a7d.com.ua/agropoltika/1569-pivna-drobina-dlya-potreb-sil'skogo-gospodarstva.html>
11. Vykorystannya netradytsiynykh kormiv – shlyakh do zmitsnennya kormovoyi bazy ptakhivnystva [Use of non-traditional feeds – a way to strengthen the feed base of poultry farming] (2014). Agro Elite. Available at: <http://agroprod.biz/2014/02/10/vykorystannya-netradytsiynykh-kormiv-shlyah-do-zmitsnennya-kormovoyi-bazy-ptakhivnystva/>
12. Koshova, V.M., Romanova, Z. M., Ashmarina, H. R. (2012). Osoblyvosti vykorystannya vidkhodiv pyvovarinnya [Features of the use of brewing waste]. Drinks. Technology and Innovation. no. 6,7 (11-12), pp. 60–61.
13. Koshova, V.M., Lubyany, M.O. (2011). Sposoby pererobky pivnoyi drobyny [Methods of processing beer pellets]. Drinks. Technology and Innovation, Brewing. pp. 71–77.
14. Slavov, V., Shust, P. (2010). Pivna drobina [Beer pellet]. Agroexpert, no. (23), pp. 69–71.
15. Volotka, F.B., Bohdanov, V.D. (2013). Tehnologicheskaya i himicheskaya harakteristika pivnoy drobyny. [Technological and chemical characteristics of beer pellet]. Herald TSEU, no.1, pp.114–124.

Динамика живой массы и экстерьерные показатели ремонтных телок джерсейской породы при скормли- вании сухой пивной дробины

Верес А., Кривий М.

Представлены результаты научных исследований динамики живой массы, кратности ее увеличения, среднесуточных привесов, относительной скорости роста и экстерьерных показателей ремонтных телок джерсейской породы при использовании сухой пивной дробины, которая по своей питательности, аминокислотному составу белка и жирнокислотному составу липидов является высокобелковым продуктом с большим содержанием углеводов, в том числе клетчатки. В целях исследований было сформировано три группы ремонтных телок по принципу групп-аналогов, из которых первая – контрольная, вторая и третья – исследовательские, в рационы которых было введено 15 и 20 % сухой пивной дробины от общей питательности рационов соответственно.

Установлено, что за период выращивания от рождения до 12 месяцев кратность увеличения живой массы подопытных животных была больше у ремонтных телок 2 опытной группы и составляла 9,3 раза, телки 1 контрольной и 3 опытной групп увеличили живую массу в 9,0 раз.

Наибольший среднесуточный привес живой массы в период от 2 до 6 месяцев наблюдали у телок 2 опытной группы – 811,4 г, что на 3,1 % больше, чем в 1 контрольной группе и на 7,4 % больше, чем в 3 опытной группе. Относительная скорость роста в период от 2 до 6 месяцев наивысшей была у животных 2 опытной группы – 85,7 %, что на 2,2 % больше, чем в 1 контрольной группе и на 4,2 % больше, чем в 3 опытной группе. В период от 6 до 12 месяцев наибольший среднесуточный привес отмечали во 2 опытной группе – 671,4 г, что на 2,1 % больше, чем в 1 контрольной группе и на 3,5 % больше, чем в 3 опытной группе. Относительная скорость роста у телок от 6 до 12 месяцев всех групп была почти одинаковой и колебалась в пределах 54,2–54,7 %. В возрасте 12 месяцев индекс формата больше у телок 1 контрольной группы и составлял 120,4, в 3 опытной группе – 119,6, в 2 опытной группе – 118,6. По индексу сбитости в этом же возрасте опытные телки 2 группы превосходили аналогов 1 контрольной группы на 0,7 % и 3 опытной группы – на 1,4 %, что свидетельствует о лучшем развитии массы тела.

Ключевые слова: динамика, привесы, ремонтные телки, джерсейская порода, промеры, индексы.

Live weight dynamics and exterior indexes of jersey breed fed on dry brewers waste

Veres A., Kryviy M.

The scientific results of the body weight dynamics, the multiplicity of its increase, the average daily weight gain, the relative growth rate and the exterior indicators are presented.

The brewers waste is a high-protein product with a high content of carbohydrates, including fiber. For the research, three groups of Jersey breed were formed on the principle of the analogue group: the first was control, the second and the third – experimental. Their rations were introduced by 15 % and 20 % of dry brewers waste from the total diet, respectively.

It was established that the live weight of the experimental cows from the 2nd group was 9.3 times bigger. The live weight of the experimental cows from the 1st and 3rd group increased 9 times.

The cows from the 2nd group had the highest average daily weight gain (811.4 g) in the period from 2 to 6 months. It was 3.2 % times more than in the control group and 7.4 % times more than in the 3rd experimental group.

The cows from the 2nd experimental group had the highest relative growth rate (85.7 %) in the period from 2 to 6 months which was 2.2 % times more than in the 1st control group and 4.2% times more than in the 3rd experimental group.

In the period from 6 to 12 months, the 2nd experimental group had the highest average daily weight gain (671.4 g), which was 2.1 % more than in the 1st control group and 3.5 % more than in the 3rd experimental group.

From 6 to 12 months the relative growth rate in all groups was almost the same and ranged from 54.2% – 54.7 %. At the age of 12 months, the 1st control group had greater index (120.4). The 3rd experimental group had 119.6 and the 2nd – 118.6.

The 2nd group of the same age had better shooting index than the 1st control group 0.7 % times more and the 3rd group 1.4 % times more. It indicated the better development of the body weight.

Key words: dynamics, weight gain, repair heifers, Jersey breed, measurements, indicators.

Надійшла 04.04.2019 р.

УДК 636.52/58.033:612.017

**КАРКАЧ П.М.
ОБРАЗЦОВА Ю.Л.***Білоцерківський національний аграрний університет
kpm54@ukr.net***ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕСУ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ**

Досліджено вплив випоювання розчинів аскорбінової кислоти (вітаміну С) і хлориду калію (KCl) на зменшення дії теплового стресу під час відгодівлі курчат-бройлерів. Дослідження проведено в умовах фермерського господарства на поголів'ї 13940 голів курчат-бройлерів кросу Росс–308 у період з 22 по 49-ту добу вирощування. Нормативне введення препаратів забезпечували за допомогою ємності, дозатора та систем водопостачання з ніпельними напувалками. За діючої системи вентиляції із 4-го тижня і до кінця вирощування показники температури у залах підвищувалися, особливо у другій половині дня, на 7–9 °С, вологості повітря були меншими на 10–15 % від нормативних параметрів, що призводило до пригнічення фізіологічного стану курчат. Встановлено позитивний ефект від випоювання розчину хлориду калію (KCl) у дозі 0,1 % на 1 л та аскорбінової кислоти (вітамін С) у дозі 0,08 % на 1 л води на фізіологічний стан та продуктивність курчат-бройлерів у період з 22 по 49-ту добу вирощування. Завдяки випоюванню разом з водою цих розчинів було отримано збереженість молодняку 90,8 %, що на 4,2 % вище, ніж у контрольній групі. За період досліду витрати кормів та води на голову у контрольній групі становили 3,79 кг та 9,74 л, тоді як у дослідній групі ці показники становили 4,07 кг та 11,31 л, що було на 7,4 та 16,1 % більше, ніж у контрольній групі. Співвідношення спожитої води і спожитого комбікорму у контрольній групі становило 2,57:1, у дослідній групі цей показник становив 2,78:1. Жива маса $2687,2 \pm 48,43$ г та середньодобовий приріст 54,8 г вірогідно (при $P \leq 0,05$) перевищували показники контрольної групи на 290,6 і 7,0 г, або на 12,4 та 14,6 % відповідно. Індекс ефективності у дослідній групі становив 252,8, що було на 47,7 одиниць більше, ніж показник контрольної групи. Сумарний позитивний ефект від випоювання розчинів хлориду калію та аскорбінової кислоти за наведених вище умов для зниження теплового стресу у період 22–49 днів, сприяв отриманню рентабельності від вирощування курчат-бройлерів на рівні 6,8 %, що було на 5,5 % більше, ніж у контрольній групі.

Ключові слова: курчата-бройлери, температурний стрес, збереженість, продуктивність, хлорид калію, аскорбінова кислота.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-103-110

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Однією із найважливіших умов, від яких залежить продуктивність курчат-бройлерів, а також результативність їх вирощування, є забезпечення необхідних умов повітрообміну середовища пташника. Ця проблема загострюється зв'язку з підвищенням температури у природному середовищі. На тлі глобального потепління спостерігають протиріччя між високою м'ясною продуктивністю птиці і низькою стійкістю до температурних стресів. Ця тенденція ставить перед науковцями і виробничниками завдання щодо оптимізації температури вирощування птиці. Вирішити це завдання тільки за рахунок традиційних способів і систем вентиляції неможливо [1, 3, 4, 12].

У зв'язку з тим, що птиця фізіологічно відрізняється від інших теплокровних тварин, вона може існувати без серйозних відхилень в організмі в досить вузькому діапазоні зовнішніх температур. Це пов'язано з тим, що у птиці відсутні потові залози, слабка судинно-рухальна реакція, терморецептори локалізовані у шкірі, язиці і мозку, центр терморегуляції знаходиться у гіпоталамусі [2].

Тепловий стрес (ТС) може зменшити споживання корму, приріст маси тіла і продуктивність [9], вихід м'яса [29], а також впливати на колір м'яса, соковитість та смак [3, 8, 17, 18]. Крім того, тепловий стрес знижує секрецію травних ферментів, поглинання перетравних речовин [14], порушує пропорції імунних органів [11, 13], синтез антитіл [27], відносну масу репродуктивних органів (фолікулів, яєчника та яйцепроводу) [6].

Чинники годівлі можуть відігравати важливу роль у покращенні виробництва м'яса і його якості в умовах дії ТС. Так, автори рекомендують в умовах ТС введення 30 мг цинку (Zn) сульфату, 4,5 мг вітаміну А [11], 250 мг вітаміну С з піколінатом хрому (Cr) 400 мг [19], 1,0 г прополісу, екстрагованого етанолом [24], або 5,0 г глутаміну плюс 0,1 г гама-аміномасляної кислоти на 1 кг корму [5], що значно покращує вгодованість тушки та їх м'ясні якості. Крім того, введення 30 мг Zn піколінату [10], 0,6 мг Cr з 2,0 мг біотину [16], 2,0 г магнієвого протеінату

[20, 21], 400 мг геністеїну [16], 100 мг лікопіну [21] або 250 мг вітаміну С на 1 кг корму [19] покращували співвідношення їстівних складників тушки за дії ТС.

Дослідження довели, що покращення м'ясних форм і якості м'яса супроводжувалося підвищенням продуктивності. Так, добавка 200 мг епігалокатехіну-3-галату [26], 50 г томатного порошку [22] або 200 мг куркуміну на 1 кг корму [23] покращили продуктивність і зменшили вміст MDA в м'ясних тушках перепелів під час ТС. У курчат-бройлерів добавка 100 мг куркуміну [28] або 0,4 г ресвератролу на 1 кг корму покращувала показники росту [14], водночас додавання 1,0 г полісахаридів люцерни/1 кг корму збільшувало показники росту кролів в умовах ТС [13].

Таким чином, у свійської птиці температурний стрес чинить негативний вплив на продуктивність, якість м'яса та яєць, імунітет, функції кишковика та відтворні якості. Однак за рахунок коригування годівлі можна подолати ці ефекти, щоб знизити економічні втрати [7, 15, 25].

Метою дослідження було вивчення впливу випоювання розчинів аскорбінової кислоти (вітаміну С) і хлориду калію (KCl) на зменшення дії теплового стресу під час відгодівлі курчат-бройлерів.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: визначити і проаналізувати температуру та вологість повітря у пташнику упродовж вирощування; визначити загальні витрати та витрати на голову комбікормів і води у групах досліду; визначити живу масу, абсолютні та середньодобові прирости живої маси курчат-бройлерів у групах досліду; визначити економічну ефективність від випоювання розчинів хлориду калію (KCl) та аскорбінової кислоти (вітамін С).

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень в умовах фермерського господарства «Агротрейд» Київської області пташник було поділено на два зали, в яких сформовано дві групи курчат-бройлерів кросу Росс–308 добового віку, одній з яких у період з 22 по 49-ту добу вирощування додатково випоювали розчин хлориду калію (KCl) у дозі 0,1 % на 1 л та аскорбінову кислоту (вітамін С) у дозі 0,08 % на 1 л води. Нормативне введення препаратів забезпечували за допомогою ємності, дозатора та систем водопостачання з ніпельними напувалками згідно зі схемою, наведеною у таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема проведення досліджень щодо впливу випоювання розчину хлориду калію і аскорбінової кислоти на продуктивність курчат-бройлерів

Показники	Кількість курчат в групі в добовому віці, особин	Кількість курчат в групі у 22-добовому віці, особин	Умови напування	Доза введення розчину у воду
контрольна (зал № 1)	7200	6973	без розчину	–
дослідна (зал № 2)	7200	6968	22–49 доба	хлорид калію – 0,1 %/л та аскорбінова кислота – 0,08 %/л

Поголів'я курчат-бройлерів, відповідно до рекомендацій, в обох залах пташника утримували на підлозі на глибокій підстилці. У добовому віці в кожний зал було посаджено по 7200 голів курчат за щільності посадки 15 гол./м². За 3-тижневий період вирощування збереженість у обох пташниках була практично однаковою і становила 96,8 %.

Умови температурно-вологісного, світлового режимів та умови годівлі були однаковими для дослідних груп. Годівлю здійснювали повнораціонними стандартними комбікормами. Ветеринарно-профілактичні заходи проводили відповідно до плану, розробленого і затвердженого у господарстві.

Статистичну обробку даних проводили за використання програми Statistika 6,0.

Результати дослідження. За систем вентиляції переобладнаних пташників, коли витяжні вентилятори розміщено по одну подовжню сторону пташника, а квартирки – по іншу, встановлено значні відхилення від нормативних параметрів температури та вологості у приміщенні, особливо після 3-тижневого терміну вирощування курчат-бройлерів (табл. 2).

Як видно з таблиці 2, у період вирощування курчат від добового до 3-тижневого віку температура та вологість повітря в обох залах пташника була однаковою і відповідала нормативним параметрам. Однак, починаючи з 4-го тижня і до кінця вирощування, температура у залах підвищувалася, особливо у другій половині дня приблизно на 7–9 °С, що призводило до пригнічення фізіологічного стану курчат. За підвищеної температури у цей період вологість повітря

у залах пташника була значно меншою за нормативні параметри – приблизно на 10–15 %, що мало негативний вплив на фізіологічні механізми терморегуляції птиці, оскільки зовнішнє теплове навантаження перевищувало тепловіддачу через випаровування води з поверхні тіла і дихальних шляхів. Треба відзначити, що причиною підвищеної температури і низької вологості у пташнику було значне підвищення, особливо у другій половині дня, температури зовнішнього повітря до 32–35 °C та вологості до 45–55 %.

Таблиця 2 – Нормативні та фактичні показники температури у пташнику (n=3 у кожній залі)

Вік, тижн.	Норма		Фактично					
	температура, °C	вологість, %	у період 9–10 годин		у період 15–16 годин		в середньому	
			температура, °C	вологість, %	температура, °C	вологість, %	температура, °C	вологість, %
1	33–34	60–65	33,4±0,42	67,2±0,81	34,2±0,36	61,8±0,76	33,8±0,37	64,5±0,78
3	23–24	55–60	24,2±0,27	57,8±0,81	25,6±0,22	53,7±0,74	24,9±0,25	55,6±0,79
4	20–22	55–60	24,6±0,29	49,7±0,33	25,7±0,19	45,2±0,41	25,2±0,21	47,5±0,38
5	20–21	50–60	25,8±0,43	46,0±0,37	26,2±0,56	44,3±0,42	26,0±0,43	45,2±0,39
6	19–20	50–60	26,1±0,68	43,6±0,45	27,3±0,41	41,1±0,52	26,7±0,52	42,4±0,48
7	17–19	50–60	26,4±0,35	42,3±0,34	29,3±0,48	40,2±0,37	27,9±0,36	41,3±0,36

Як видно з таблиці 3, збереженість курчат-бройлерів до 3-тижневого віку була однаковою і становила 96,8–96,9 %. У подальшому, після початку випоювання розчинів хлориду калію та аскорбінової кислоти, у другому залі пташника (дослідна група) відхід курчат у дослідній групі, починаючи з 5-го тижня вирощування, був у 1,5–2 рази меншим за цей показник контрольної групи. Так, за період 22–49 діб вирощування відхід курчат у дослідній групі був на рівні 432 голови, що на 309 голів менше, ніж у контрольній групі.

Таблиця 3 – Збереженість курчат-бройлерів за 49-добовий період вирощування

Показник	Групи			
	контрольна		дослідна	
	гол.	%	гол.	%
Кількість курчат у добовому віці, гол.	7200		7200	
Кількість курчат у 3-тижневному віці, гол.	6973		6968	
Збереженість за період 0–21 доби вирощування, %		96,9		96,8
Відхід курчат за 4-й тиждень вирощування	144	2,1	67	0,96
Відхід курчат за 5-й тиждень вирощування	179	2,6	92	1,31
Відхід курчат за 6-й тиждень вирощування	192	2,8	126	1,82
Відхід курчат за 7-й тиждень вирощування	226	3,2	147	2,11
Всього відійшло за період 22–49 діб, гол.	741	10,6	432	6,2
Поголів'яна кінець досліду, гол.	6232			6536
Збереженість за період 22–49 діб, %		89,4		93,8
± до контролю				+4,4
Збереженість за період 0–49 діб, %		86,6		90,8
± до контролю				+4,2

Загалом за цей період збереженість птиці у дослідній групі становила 93,8 %, що було на 4,4 % більше, ніж у контрольній групі. Таким чином, збереженість курчат-бройлерів за період вирощування від добового до 49-добового віку становила 90,8 % у дослідній і 86,6 % у контрольній групах.

Підтвердженням позитивної дії випоювання розчинів хлориду калію та аскорбінової кислоти є результати витрат комбікормів та води у групах дослідної птиці (табл. 4). Так, починаючи з

4-го тижня вирощування витрати кормів та води в розрахунку на 1 голову були практично однаковими і становили 0,74–0,75 кг комбікорму та 1,81–1,82 л води на тиждень. Однак, з 5-го тижня і до кінця вирощування різниця була на користь дослідної групи.

Таблиця 4 – Витрати комбікормів та води за 49-добовий період досліду по групах

Тижні вирощування	Групи									
	контрольна					дослідна				
	середнє поголів'я, гол.	витрати комбікормів, кг	на голову, кг	витрати-води, л	на голову, л	середнє поголів'я, гол.	витрати комбікормів, кг	на голову, кг	витрати-води, л	на голову, л
4	6901	5196,4	0,74	12471	1,81	6934,5	5221,7	0,75	12532	1,82
5	6739,5	6604,7	0,98	16579	2,46	6855	6793,3	0,99	17389	2,56
6	6554	7012,8	1,07	18221	2,78	6746	7778,1	1,153	20306	3,22
7	6445	6509,4	1,01	17337	2,69	6609,5	7766,2	1,175	24521	3,71
За весь період	6673	25323	3,79	64608	9,74	6772	27559,3	4,07	74748	11,31

Введення розчинів з водою сприяло збільшенню споживання як комбікормів, так і води у дослідній групі. Загалом за період від 4- до 7-го тижнів вирощування витрати кормів та води на голову у контрольній групі становили 3,79 кг та 9,74 л, тоді як у дослідній групі ці показники становили 4,07 кг та 11,31 л, що було на 7,4 та 16,1 % більше, ніж у контрольній групі. Характерно, що співвідношення спожитої води і спожитого комбікорму у контрольній групі становило 2,57:1, тимчасом у дослідній групі цей показник становив 2,78:1.

Аналізуючи показники продуктивності курчат-бройлерів, наведені у таблиці 5, можна відзначити, що за динамікою живої маси до 21-добового віку групи контролю та досліду не різнилися. Однак, починаючи з 4-тижневого віку, у курчат дослідної групи спостерігали поступову тенденцію до збільшення живої маси, яка у 49-добовому віці становила 2687,2±48,43 г і вірогідно ($P \leq 0,05$) перевищувала цей показник контрольної групи на 290,6 г, або на 12,4 %.

Таблиця 5 – Продуктивність курчат-бройлерів за випоювання розчину хлориду калію та аскорбінової кислоти

Показник	контрольна	дослідна
Жива маса, г:		
в добовому віці	49,4±0,08	49,7±0,09
7 діб	201,2±4,28	202,8±3,17
14 діб	472,1±19,82	468,3±28,26
21 доба	921,6±23,43	918,8±27,14
28 діб	1416,7±37,6	1439,2±32,87
35 діб	1882,6±49,32	1921,4±43,41
42 доби	2132,3±38,12	2164,3±42,54
49 діб	2391,6±46,72	2687,2±48,43** (+290,6 або на 12,4%)
Абсолютний приріст живої маси, кг	2342,2	2637,5
Середньодобовий приріст, г	47,8	54,8 (+7,0)
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	2,06	1,97 (-0,09)
EPF/EEI, од.	205,1	252,8 (+47,7)

За рахунок отримання більшої живої маси показник середньодобового приросту живої маси у контрольній групі становив 47,8 г, тимчасом у дослідній групі – 54,8 г, що було на 7,0 г, або на 14,6 % більше. Витрати кормів в розрахунку на 1 кг приросту живої маси в контрольній групі становили 2,06 кг, тимчасом у дослідній групі – 1,97 кг, що було на 0,09 кг або, на 4,6 % менше.

Як видно з таблиці 5, індекс ефективності у дослідній групі становив 252,8, що було на 47,7 одиниць більше показника контрольної групи.

Сумарний позитивний ефект від випоювання розчинів хлориду калію у дозі 0,1 % на 1 л та аскорбінової кислоти у дозі 0,08 % на 1 л води для зниження теплового стресу у період 22–49 діб, сприяв отриманню рентабельності від вирощування курчат-бройлерів на рівні 6,8 %, що було на 5,5 % більше, ніж у контрольній групі, де таке випоювання не проводили.

Обговорення. Аналізуючи умови утримання курчат-бройлерів, треба відзначити недосконалість систем вентиляції пташників у господарстві, що було наслідком значних відхилень від нормативних параметрів температури та вологості у приміщенні після 3-тижневого терміну їх вирощування. Випоювання розчинів аскорбінової кислоти (вітаміну С) і хлориду калію (KCl) з метою зменшення дії теплового стресу під час відгодівлі курчат-бройлерів у дослідній групі сприяло зменшенню відходу поголів'я, починаючи з 4-го тижня вирощування. Результати наших досліджень збігаються з даними Sahin et al. [19], які довели результативність випоювання аскорбінової кислоти за дії теплового стресу на птицю різних вікових груп.

На початку вирощування курчата більш пристосовані до високих температур, але на більш пізніх етапах утримання негативна дія теплового стресу підсилюється, про що свідчать показники, отримані у контрольній групі. Позитивний ефект добавок вітаміну С найбільш виражений за високої температури навколишнього середовища [16].

Показники продуктивності курчат-бройлерів, наведені у таблиці 5, свідчать про поступову тенденцію до збільшення живої маси у дослідній групі, починаючи з 4-тижневого віку, яка у 49-добовому віці становила $2687,2 \pm 48,43$ г і вірогідно ($P \leq 0,05$) перевищувала цей показник контрольної групи на 290,6 г, або на 12,4 %. Отримані результати узгоджуються з даними досліджень [25]. Птиця має синтезувати аскорбінову кислоту, але ця здатність є неадекватною в умовах стресу, такого як висока температура, висока вологість, висока продуктивність і паразитарна інвазія.

Курчата дослідної групи за випоювання розчинів хлориду калію та аскорбінової кислоти споживали більше комбікормів та води, ніж курчата контрольної групи, що сприяло отриманню кращих показників продуктивності.

Висновки. Випоювання курчатам-бройлерам водного розчину хлориду калію та аскорбінової кислоти з метою зменшення дії температурного стресу позитивно впливало на фізіологічний стан та продуктивність. Завдяки цьому було отримано збереженість молодняку 90,8 %, що на 4,2 % вище, ніж у контрольній групі. Жива маса $2687,2 \pm 48,43$ г та середньодобовий приріст 54,8 г вірогідно ($P \leq 0,05$) перевищували аналогічні показники контрольної групи на 290,6 і 7,0 г, або на 12,4 та 14,6 % відповідно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахарев А. П. Продуктивные качества бройлеров в зависимости от концентрации углекислого газа в птичнике в холодный и переходный периоды года: дис. ... канд. с.-х. наук: Сергиев Посад, 2015. 128 с. URL: <http://www.dslib.net/technologie-kormov/produktivnye-kachestva-brojlerov-v-zavisimosti-ot-koncentracii-uglekislogo-gaza-v.html>.
2. Забудский Ю.И., Голикова А.П., Федосеева Н.А. Повышение термотолерантности сельскохозяйственной птицы с помощью термотренинга в пренатальный период онтогенеза. Сельскохозяйственная биология. 2012. № 4. С. 14–21. URL: <http://www.stgau.ru/company/personal/user/7171/files/lib/Научно-обоснованные%20рекомендации>.
3. Фисинин В.И., Кавтарашвили А.Ш. Тепловой стрессу птицы Сообщение 1. Опасность, физиологические изменения в организме, признаки и проявления (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2015. Том.50. № 2. С. 162–171. Doi: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.2.162rus>.
4. Ahmad T., Khalid T., Mushtaq T., Mirza M.A., Nadeem A., Babar M.E., Ahmad G. Effect of potassium chloride supplementation in drinking water on broiler performance under heat stress conditions. Poult. Sci. 2008. Vol. 87. P. 1276–1280. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00299>.
5. Ashraf S., Zaneb H., Yousaf M.S., Ijaz A., Sohail M.U., Muti S., Rehman H. Effect of dietary supplementation of prebiotics and probiotics on intestinal microarchitecture in broilers reared under cyclic heat stress. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2013. Vol. 97. P. 68–73. Doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12041>.
6. Chen Z., Zhang J.R., Zhou Y.W., Liang C., Jiang Y.Y. Effect of heat stress on the pituitary and testicular development of Wenchang chicks. Arch. Anim. Breed. 2015. Vol. 58. P. 373–378. Doi: <https://doi.org/10.5194/aab-58-373-2015>.
7. Dai S.F., Gao F., Xu X.L., Zhang W.H., Song S.X., Zhou G.H. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour, pH, composition and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. Br. Poult. Sci. 2012. Vol. 53. P. 471–481. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.719148>.
8. Hao Y., Gu X.H. Effects of heat shock protein 90 expression on pectoralis major oxidation in broilers exposed to acute heat stress. Poult. Sci. 2014. Vol. 93. P. 1–9. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03993>.
9. Habibian M., Ghazi S., Moeini M.M. Effects of dietary selenium and vitamin E on growth performance, meat yield and selenium content and lipid oxidation of breast meat of broilers reared under heat stress. Biol. Trace. Elem. Res. 2016. Vol. 169. P. 142–152. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0404-6>.
10. Joiner K.S., Hamlin G.A., Lien R.J., Bilgili S.F. Evaluation of capillary and myofiber density in the pectoralis major muscles of rapidly growing, high-yield broiler chickens during increased heat stress. Avian. Dis. 2014. Vol. 58. P. 377–382. Doi: <https://doi.org/10.1637/10733-112513-Reg.1>.
11. Jahanian R., Rasouli E. Dietary chromium methionine supplementation could alleviate immunosuppressive effects of heat stress in broiler chicks. J. Anim. Sci. 2015. Vol. 93. P. 3355–3363. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731115000853>.

12. Lei L., Hepeng L., Xianlei L. Effects of acute heat stress on gene expression of brain-gut neuropeptides in broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 2013. Vol. 91 (11). P. 194–201. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6538>.
13. Liu, H.W., X.F. Dong, J.M. Tong and Q. Zhang. Alfalfa polysaccharides improve the growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits. *Livest. Sci.* 2010. Vol. 131. P. 88–93. URL: <http://www.nal.usda.gov/>.
14. Liu L., Fu C., Yan M., Xie H., Li S., Yu Q., He J. Resveratrol modulates intestinal morphology and jejunal mucosa HSP70/90, NF- κ B and EGF expression in black-boned chicken exposure to circular heat stress. *Food. Funct.* 2016. Doi: [10.1039/c5fo01338k](https://doi.org/10.1039/c5fo01338k).
15. Niu Z.Y., Wei F.X., Liu F.Z., Qin X.G., Min Y.N., Gao Y.P. Dietary vitamin A can improve immune function in heat-stressed broilers. *Anim.* 2009. Vol. 3. P. 1442–1448. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731109990358>.
16. Ohtsu H., Yamazaki M., Abe H., Murakami H., Toyomizu M. Heat stress modulates cytokine gene expression in the spleen of broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 2015. Vol. 52. P. 282–287. Doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0150062>.
17. Pohjola L., Rossow L., Huovilainen A., Soveri T., Hanninen M.L., Fredriksson-Ahomaa M. Questionnaire study and postmortem findings in backyard chicken flocks in Finland. *Acta Vet. Scand.* 2015. Vol. 57. 3 p. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0095-1>.
18. Petracci M., Mudalal S., Soglia F., Cavani C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.* 2015. Vol. 71. P. 363–374. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933915000367>.
19. Sahin K., Sahin N., Kucuk O. Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites and antioxidant status of broiler chickens reared at a high ambient temperature (32 °C). *Nutr. Res.* 2003. Vol. 23. P. 225–238. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00513-4](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00513-4).
20. Sahin N., Onderci M., Sahin K., Cikim G., Kucuk O. Magnesium proteinate is more protective than magnesium oxide in heat-stressed quail. *J. Nutr.* 2005. Vol. 135. P. 1732–1737. Doi: <https://doi.org/10.1093/jn/135.7.1732>.
21. Sahin K., Onderci M., Sahin N., Gursu M.F., Khachik F., Kucuk O. Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. *J. Therm. Biol.* 2006. Vol. 31. P. 307–312. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.12.006>.
22. Sahin N., Orhan C., Tuzcu M., Sahin K., Kucuk O. The effects of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. *Poult. Sci.* 2008. Vol. 87. P. 276–283. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00207>.
23. Sahin K., Orhan C., Tuzcu Z., Tuzcu M., Sahin N. Curcumin ameliorates heat stress via inhibition of oxidative stress and modulation of Nrf2/HO-1 pathway in quail. *Food. Chem. Toxicol.* 2012. Vol. 50. P. 4035–4041. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.029>.
24. Seven P.T. The effects of dietary Turkish propolis and vitamin C on performance, digestibility, egg production and egg quality in laying hens under different environmental temperatures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2008. Vol. 21. P. 1164–1170. Doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70605>.
25. Tayeb Ihsan Tawfiq. Evaluation of productive and physiological performance of broiler subjected to different methods to relieve heat stress. Ph.D. thesis, Animal Resources Dept. College of Agriculture and Forestry University of Mosul. 2009. Doi: <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00093>.
26. Tuzcu M., Sahin N., Karatepe M., Cikim G., Kilinc U., Sahin K. Epigallocatechin-3-gallate supplementation can improve antioxidant status in stressed quail. *Br. Poult. Sci.* 2008. Vol. 49. P. 643–648. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071660802298336>.
27. Tang J., Chen Z. The protective effect of γ -aminobutyric acid on the development of immune function in chickens under heat stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2015. Doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12385>.
28. Zeferino C.P., Komiyama C.M., Pelicia V.C., Fascina V.B., Aoyagi M.M., Coutinho L.L., Moura A.S.A.M.T. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Anim.* 2016. Vol. 10. P. 163–171. Doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>.
29. PSYERA. Гуманитарно правовий портал. URL: <https://psyera.ru/koncepciya-stressa-g-sele-7517.htm>

REFERENCES

1. Baharev, A.P. (2015). Produktivnye kachestva brojlerov v zavisimosti ot koncentracii uglekislogo gaza v ptichnike v holodnyj i perehodnyj periody goda: dis. ... kand. s.-h. nauk: Sergiev Posad, [Productive qualities of broilers depending on the concentration of carbon dioxide in the house during the cold and transitional periods of the year: dissertation of the candidate of agriculture. Sciences: Sergiev Posad,]. 128 p. Available at: <http://www.dslib.net/tehnologiya-kormov/produktivnye-kachestva-brojlerov-v-zavisimosti-ot-koncentracii-uglekislogo-gaza-v.html>.
2. Zabudskij, Yu.I., Golikova, A.P., Fedoseeva, N.A. (2012). Povyshenie termotolerantnosti selskohozyajstvennoj pticy s pomosh'yu termotrenirovaniya v prenatalnyj period ontogeneza [Increase of the poultry's thermotolerance with the help of thermal training during the prenatal period of ontogenesis]. *Agricultural biology*. no. 4, pp. 14–21. Available at: http://www.stgau.ru/company/personal/user/7171/files/lib/Научно-обоснованные_20_рекомендации.
3. Fisinin, V.I., Kavtarashvili, A.Sh., Kolokolnikova, T.N. (2015). Teplovoj stressu pticy Soobshchenie 1 [Heat stress in birds Message 1]. *Opastnost', fiziologicheskie izmeneniya v organizme, priznaki i projavleniya (obzor)* [Hazard, physiological changes in the body, signs and symptoms (review)]. *Agricultural biology*. Vol. 50, no. 2, pp. 162–171. Available at: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.2.162rus>.
4. Ahmad, T., Khalid, T., Mushtaq, T., Mirza, M.A., Nadeem, A., Babar, M.E., Ahmad, G. (2008). Effect of potassium chloride supplementation in drinking water on broiler performance under heat stress conditions. *Poult. Sci.* Vol. 87, pp. 1276–1280. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00299>.
5. Ashraf, S., Zaneb, H., Yousaf, M.S., Ijaz, A., Sohail, M.U., Muti S., Rehman H. (2013). Effect of dietary supplementation of prebiotics and probiotics on intestinal microarchitecture in broilers reared under cyclic heat stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* Vol. 97, pp. 68–73. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12041>.
6. Chen, Z., Zhang, J.R., Zhou, Y.W., Liang, C., Jiang, Y.Y. (2015). Effect of heat stress on the pituitary and testicular development of Wenchang chicks. *Arch. Anim. Breed.* Vol. 58, pp. 373–378. Available at: <https://doi.org/10.5194/aab-58-373-2015>.

7. Dai, S.F., Gao, F., Xu, X.L., Zhang, W.H., Song, S.X., Zhou, G.H. (2012). Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour, pH, composition and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. *Br. Poult. Sci.* Vol. 53, pp. 471–481. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.719148>.
8. Hao, Y., Gu, X.H., (2014). Effects of heat shock protein 90 expression on pectoralis major oxidation in broilers exposed to acute heat stress. *Poult. Sci.* Vol. 93, pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03993>.
9. Habibian, M., Ghazi, S., Moeini, M.M. (2016). Effects of dietary selenium and vitamin E on growth performance, meat yield and selenium content and lipid oxidation of breast meat of broilers reared under heat stress. *Biol. Trace. Elem. Res.* Vol. 169, pp. 142–152. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0404-6>.
10. Joiner, K.S., Hamlin, G.A., Lien, R.J., Bilgili, S.F. (2014). Evaluation of capillary and myofiber density in the pectoralis major muscles of rapidly growing, high-yield broiler chickens during increased heat stress. *Avian. Dis.* Vol. 58, pp. 377–382. Available at: <https://doi.org/10.1637/10733-112513-Reg.1>.
11. Jahanian, R., Rasouli, E. (2015). Dietary chromium methionine supplementation could alleviate immunosuppressive effects of heat stress in broiler chicks. *J. Anim. Sci.* Vol. 93, pp. 3355–3363. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731115000853>.
12. Lei, L., Hepeng, L., Xianlei, L. (2013). Effects of acute heat stress on gene expression of brain-gut neuropeptides in broiler chickens. *J. Anim. Sci.* Vol. 91 (11), pp. 194–201. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6538>.
13. Liu, H.W., Dong, X.F., Tong, J.M., Zhang, Q. (2010). Alfalfa polysaccharides improve the growth performance and antioxidant status of heat-stressed rabbits. *Livest. Sci.* Vol. 131, pp. 88–93. Available at: <http://www.nal.usda.gov/>.
14. Liu, L., Fu, C., Yan, M., Xie, H., Li, S., Yu, Q., He, J. (2016). Resveratrol modulates intestinal morphology and jejunal mucosa HSP70/90, NF- κ B and EGF expression in black-boned chicken exposure to circular heat stress. *Food. Funct.* Available at: <https://doi.org/10.1039/c5fo01338k>.
15. Niu, Z.Y., Wei, F.X., Liu, F.Z., Qin, X.G., Min, Y.N., Gao, Y.P. (2009). Dietary vitamin A can improve immune function in heat-stressed broilers. *Anim.* Vol. 3, pp. 1442–1448. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731109990358>.
16. Ohtsu, H., Yamazaki, M., Abe, H., Murakami, H., Toyomizu, M. (2015). Heat stress modulates cytokine gene expression in the spleen of broiler chickens. *J. Poult. Sci.* Vol. 52, pp. 282–287. Available at: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0150062>.
17. Pohjola, L., Rossow, L., Huovilainen, A., Soveri, T., Hanninen, M.L., Fredriksson-Ahomaa, M. (2015). Questionnaire study and postmortem findings in backyard chicken flocks in Finland. *Acta Vet. Scand.* Vol. 57, 3 p. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0095-1>.
18. Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.* Vol. 71, pp. 363–374. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0043933915000367>.
19. Sahin, K., Sahin, N., Kucuk, O. (2003). Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites and antioxidant status of broiler chickens reared at a high ambient temperature (32 °C). *Nutr. Res.* Vol. 23, pp. 225–238. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00513-4](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00513-4).
20. Sahin, N., Onderci, M., Sahin, K., Cikim, G., Kucuk, O. (2005). Magnesium proteinate is more protective than magnesium oxide in heat-stressed quail. *J. Nutr.* Vol. 135, pp. 1732–1737. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/135.7.1732>.
21. Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M.F., Khachik, F., Kucuk, O. (2006). Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. *J. Therm. Biol.* Vol. 31, pp. 307–312. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.12.006>.
22. Sahin, N., Orhan, C., Tuzcu, M., Sahin, K., Kucuk, O. (2008). The effects of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. *Poult. Sci.* Vol. 87, pp. 276–283. Available at: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00207>.
23. Sahin, K., Orhan, C., Tuzcu, Z., Tuzcu, M., Sahin, N. (2012). Curcumin ameliorates heat stress via inhibition of oxidative stress and modulation of Nrf2/HO-1 pathway in quail. *Food. Chem. Toxicol.* Vol. 50, pp. 4035–4041. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.029>.
24. Seven, P.T. (2008). The effects of dietary Turkish propolis and vitamin C on performance, digestibility, egg production and egg quality in laying hens under different environmental temperatures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 21, pp. 1164–1170. Available at: <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70605>.
25. Tayeb Ihsan, Tawfiq. (2009). Evaluation of productive and physiological performance of broiler subjected to different methods to relieve heat stress. Ph.D thesis, Animal Resources Dept. College of Agriculture and Forestry University of Mosul. Available at: <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00093>.
26. Tuzcu, M., Sahin, N., Karatepe, M., Cikim, G., Kilinc, U., Sahin, K. (2008). Epigallocatechin-3-gallate supplementation can improve antioxidant status in stressed quail. *Br. Poult. Sci.* Vol. 49, pp. 643–648. Available at: <https://doi.org/10.1080/00071660802298336>.
27. Tang, J., Chen, Z. (2015). The protective effect of γ -aminobutyric acid on the development of immune function in chickens under heat stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12385>.
28. Zeferino, C.P., Komiyama, C.M., Pelicia, V.C., Fascina, V.B., Aoyagi, M.M., Coutinho, L.L., Moura, A.S.A.M.T. (2016). Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. *Anim.* Vol. 10, pp. 163–171. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731115001998>.
29. PSYERA. Gumanitarno pravovoj portal [Humanitarian legal portal]. Available at: <https://psyera.ru/koncepciya-stressa-g-sele-7517.htm>

Влияние температурного стресса на производительность цыплят-бройлеров

Каркач П.М., Образцова Ю.Л.

Изучено влияние растворов хлорида калия (KCl) и аскорбиновой кислоты (витамин С) на действие теплового стресса во время откорма цыплят-бройлеров. Исследования проведены в условиях фермерского хозяйства на поголовье 13940 голов цыплят-бройлеров кросса Росс-308 в период с 22 по 49-й день выращивания. Нормативное введение препаратов обеспечивали с помощью ёмкости, дозатора и систем водообеспечения с ниппельными поилками. При

действующей системе вентиляции с 4-й недели и до конца выращивания температура в залах повышалась, особенно во второй половине дня, на 7–9°C, влажность воздуха была меньше на 10–15 % от нормативных параметров, что приводило к ухудшению физиологического состояния цыплят. Установлен положительный эффект от выпаивания растворов хлорида калия (KCl) в дозе 0,1 % на 1 л и аскорбиновой кислоты (витамин С) в дозе 0,08 % на 1 л воды на физиологическое состояние и продуктивность цыплят-бройлеров в период с 22 по 49 день выращивания. Благодаря выпаиванию этих растворов с водой сохранность молодняка составляла 90,8 %, что было на 4,2 % выше, чем в контрольной группе. За период опыта расход кормов и воды на голову в контрольной группе составлял 3,79 кг и 9,74 л, тогда как в опытной группе эти показатели составляли 4,07 кг и 11,31 л, что было на 7,4 и 16,1 % больше, чем в контрольной группе. Соотношение потребленной воды и потребленного комбикорма в контрольной группе составляло 2,57:1, тогда как в опытной группе этот показатель составлял 2,78:1. Живая масса 2687,2±48,43 г и среднесуточный прирост 54,8 г достоверно ($P \leq 0,05$) превышали показатели контрольной группы на 290,6 и 7,0 г, или на 12,4 и 14,6 % соответственно. Индекс эффективности в опытной группе составлял 252,8, что было на 47,7 единиц больше, чем показатель контрольной группы. Суммарный положительный эффект от выпаивания растворов хлорида калия и аскорбиновой кислоты при приведенных выше условиях для снижения теплового стресса в период 22–49 дней способствовал получению рентабельности от выращивания цыплят-бройлеров на уровне 6,8 %, что было на 5,5 % больше, чем в контрольной группе.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, температурный стресс, сохранность, продуктивность, хлорид калия, аскорбиновая кислота.

The effect of thermal stress on the productivity of broiler chicken

Karkach H., Obraztsova Yu.

The influence of solutions dispensing such as ascorbic acid (vitamin C) and potassium chloride (KCl) on the reduction of the thermal stress effect during the chicken broilers feeding is investigated. The research was carried out in the setting of a farm with chicken-production stock of 13940 heads of broiler chickens – the cross of Ross-308. The period is from 22 to 49 days of cultivation. The normative introduction of preparations was provided by means of a capacity, dispenser and systems of water supply with nipple drums. With the current ventilation system from the 4th week and until of therising, the temperature indicators in the rooms increased, especially in the second half of the day, at 7–9 °C. The humidity was lower by 10–15 % of the normative characteristics, that led to oppression of chickens' physiological state. It was established the positive effect of giving a solution of potassium chloride (KCl) in a dose of 0.1 % per liter and ascorbic acid (vitamin C) in a dose of 0.08 % per liter of water on the physiological state and productivity of chicken broilers in the period from 22 to 49 days. Due to the watering out of these solutions with the water, the preservation of the young was 90.8 %, which was 4.2 % higher than in the control group. During the experiment, the consumption of feed and water on the head in the control group was 3.79 kg and 9.74 L, where as in the experimental group these figures were 4.07 kg and 11.31 L, which was 7.4 and 16.1 % more than in the control group. The ratio of consumed water and consumed feed in the control group was 2.57: 1, while in the experimental group this indicator was 2.78: 1. The live weight 2687.2±48.43 g and the average daily gain of 54.8 g were (with $P \leq 0.05$) exceeding the control group's rates by 290.6 and 7.0 g, or by 12.4 % and 14.6 % respectively. The efficiency index in the experimental group was 252.8 units, which was 47.7 units more than the control group. The overall positive effect of producing solutions of potassium chloride and ascorbic acid for the above conditions to reduce thermal stress in the period of 22–49 days contributed to the profitability of growing broiler chickens at 6.8 %, which was 5.5 % higher than in the control group.

Key words: chicken broilers, thermal stress, preservation, productivity, potassium chloride, ascorbic acid.

Надійшла 04.04.2019 р.

УДК 636.4.084.11/087.2

КУЗЬМЕНКО П.І.**ФЕСЕНКО В.Ф.****БІЛЬКЕВИЧ В.В.****КАРКАЧ П.М.****МАШКІН Ю.О.***Білоцерківський національний аграрний університет*

vasilijfesenko53@gmail.com

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СВИНЕЙ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ
ПОЛІАКРИЛАМІДУ ТА МІНЕРАЛЬНО-ВІТАМІННИХ
ДОБАВОК**

Досліджено вплив згодовування поліакриламід (ПА) та мінерально-вітамінних добавок (МВД) на відтворні та продуктивні якості поросних свиноматок, а також ріст і життєздатність молодняку свиней, одержаних від них. У раціони маток дослідних (2–4) груп вводили поліакриламід і мінерально-вітамінні добавки з урахуванням фактичної наявності мінеральних елементів і вітамінів у кормах і потреб тварин у них. Маткам 2-ї групи згодовували поліакриламід із розрахунку 0,5 г на 1 кг живої маси; 3-ї групи – МВД у таких кількостях (мг): сірчаноокислого заліза – 200, вуглекислої міді – 15, цинку – 84, кобальту – 3, хлористого марганцю – 69, іодистого калію (стабілізованого) – 170 мкг, вітамінів А – 2,8 тис. ІО, D – 736 ІО, В₁ – 1,4 мг, В₂ – 8,4 мкг на голову за добу; 4-ї групи – поліакриламід і мінерально-вітамінні добавки у зазначених вище кількостях. Згодовування ПА і МВД здійснювали упродовж 60 днів і за 10 днів до опоросу припиняли.

Дослідження на молодняку свиней проводили у 2 етапи: зрівнювальний період (25 днів) – раціони поросят контрольної та дослідних груп однакові; основний період (150 днів) – тварин контрольної групи годували стандартними комбікормами, а дослідним давали додатково ПА і МВД.

За використання у раціонах поросних свиноматок і молодняку свиней, отриманих від них, зазначених вище добавок спостерігали збільшення виходу життєздатних поросят, підвищення імунітету тварин за рахунок збільшення гама-глобулінів у білках крові, зростання середньодобових приростів живої маси на 23,3 % у період вирощування і відгодівлі свиней, краще використання кормів тваринами.

Ключові слова: свиноматки, поросята, поліакриламід, мінеральні елементи, вітаміни, жива маса, альбуміни, глобуліни, дорощування, відгодівля, витрати кормів, забійний вихід.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-111-117

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Позитивні результати, одержані за згодовування нетрадиційних кормів (поліакриламід) великій рогатій худобі, стали передумовою для проведення дослідів щодо його впливу на інші види сільськогосподарських тварин, зокрема на свиней [1, 2, 14, 15].

Однією з причин зниження ефективності свинарства на багатьох комплексах є низька продуктивність свиноматок, повільний ріст поросят та значна кількість мертвонароджених. Все це значною мірою зумовлено згодовуванням недоброякісних кормів з недостатнім умістом у них життєво необхідних мінеральних елементів, вітамінів та інших біологічно активних речовин, або відсутністю їх. Мінеральні елементи входять до тіла тварин в основному як структурний матеріал, беруть участь у процесах перетравлювання поживних речовин кормів, їх всмоктування, синтезу, розпаду й виділення продуктів обміну з організму. Вони створюють необхідні умови для нормальної функції ферментів, гормонів, вітамінів, стабілізують кислотно-лужну рівновагу і осмотичний тиск [7, 8, 13]. Однак корми задовольняють потребу у мінеральних елементах всього на 50–80 %. Їх нестачу зазвичай компенсують за рахунок мінеральних добавок у складі комбікормів або кормових добавок та сумішей. Використання мінеральних добавок є одним із чинників підвищення продуктивності свиней. Адже до складу окремих преміксів входить більш як 100 різних мікроінгредієнтів, зокрема мікроелементи, вітаміни, амінокислоти, ароматичні речовини. Останніми роками в багатьох країнах світу з інтенсивно розвинутим свинарством проводять різнобічні дослідження щодо перегляду й уточнення норм мінерального живлення тварин, вивчення нових ефективних мінеральних добавок, удосконалення їх застосування, використання нетрадиційних [поліакриламід] кормів. Їх функцію як сорбентів токсинів, речовин, що сприяють виведенню із організму радіонуклідів, а також лікувальну дію за діареї у поросят ще до кінця не з'ясовано [3, 5, 10].

Нестача поживних елементів у годівлі свиней впливає негативно не тільки на продуктивність свиней, а й на процес дозрівання клітин, відповідальних за імунні реакції. Особливо згубно впливає на продуктивність і відтворні функції свиней недостатня кількість у раціонах протеїну, амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів. Їх джерелами слугують не тільки зерно, корми тваринного походження, а й відходи різних виробництв, нетрадиційні корми [4, 6, 11]. Походня [9] вважає, що однією з причин незадовільного стану галузі свинарства є нестача якісних кормів, дефіцит у раціонах протеїну, біологічно активних речовин, у тому числі вітамінних і мінеральних добавок. Це змушує вести пошук нетрадиційних кормових добавок.

Метою дослідження було визначення впливу згодовування поліакриламідів і мінерально-вітамінних добавок та збалансованості раціонів за деякими мікроелементами і вітамінами на продуктивність свиноматок, якість одержаної продукції, відтворну здатність і здоров'я свиней в умовах Полісся Київської області.

Матеріал і методи досліджень. Експериментальні дослідження було проведено на свинокомплексі ЗАТ «Київське» Київської області. Для дослідження відібрали 36 маток великої білої породи 2–3-го опоросів. При цьому враховували вік, живу масу, плодючість, молочність, а також інтенсивність розвитку поросят до відлучення. Дослід розділили на зрівняльний (25 днів) і основний (60 днів) періоди. Свиноматок поділили на чотири групи: контрольну і три дослідні – по дев'ять голів у кожній.

В основний період дослідження раціон контрольної групи залишили без змін, а в раціони маток дослідних груп вводили ПА і МВД, з урахуванням фактичної наявності мінеральних елементів і вітамінів у кормах і потреб тварин у них. Маткам 2-ї групи згодовували поліакриламід із розрахунку 0,5 г на 1 кг живої маси, 3-ї групи – МВД у таких кількостях (мг): сірчанокислого заліза – 200, вуглекислої міді – 15, цинку – 84, кобальту – 3, хлористого марганцю – 69, йодистого калію (стабілізованого) – 170 мкг, вітамінів А – 2,8 тис. ІО, D – 736 ІО, В₁ – 1,4 мг, В₂ – 8,4 мкг на голову за добу; 4-ї групи – поліакриламід і мінерально-вітамінні добавки.

ПА і МВД згодовували протягом 60 діб, і за 10 діб до опоросу припиняли. Перший опорос відбувся у зимово-весняний період, а другий – у весняно-літній. Для вивчення впливу згодовування поліакриламідів та мінерально-вітамінних добавок на ріст, розвиток і якість м'яса дослід було продовжено на молодняку свиней від одержаних опоросів. Після відлучення від маток кожної групи для дослідження відібрали 20 поросят. Протягом 25 діб (зрівняльний період) раціони поросят контрольної та дослідних груп були однаковими. В основний період дослідження (150 діб) тварин контрольної групи годували стандартними комбікормами, а дослідним давали додатково ПА і МВД. Зоотехнічний аналіз кормів, переїдів і калу проводили за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень опрацьовано методом варіаційної статистики за Плохинським [16] з використанням персонального комп'ютера та програми Statistica 7.0.

Результати дослідження. У першому опоросі середня маса народжених поросят у гнізді становила 12,9–15,4 кг за плодючості 104–110 поросят на групу в цілому (табл. 1), а в гніздах окремих груп кількість народжених розподілялася так: 2-ї групи – 105, 3-ї – 107, 4-ї – 110 і на контролі – 104.

Свиноматки 4-ї групи характеризувалися високою плодючістю і народжували поросят великої маси (1,3 кг). Від маток цієї групи одержано більше поросят і в другому опоросі – 105, тоді як на контролі – 97. Слід відзначити значну кількість мертвонароджених поросят у контрольній групі – 7–13 голів як у першому, так і в другому опоросах. Водночас для тварин дослідних груп цей показник був нижчим – 1–5 голів.

Під час першого опоросу від свиноматок 2-ї дослідної групи одержано на 6,3–8, 4–12 голів ($P < 0,01$) більше живих поросят, ніж від тварин контрольної групи. Ще кращі результати за кількістю одержаних живих поросят від свиноматок 2–4-ї дослідних груп, порівняно з даними контрольної групи, відмічено у другому опоросі. Різниця між кількістю народжених живих поросят контрольної і дослідних груп була такою: 2–14, 3–12, 4–20 голів ($P < 0,01$), що становило відповідно 17, 14 і 27 %. Статистично значущої різниці за середньою живою масою поросят контрольної і дослідних груп при народженні не відмічено, однак середня жива маса гнізда була більшою на 2–3 кг ($P < 0,05$).

Таблиця 1 – Продуктивність свиноматок за згодовування ПА і МВД, $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=9)

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Кількість поросят усього, гол.	<u>104*</u> 97	<u>105</u> 103	<u>107</u> 105	<u>110</u> 109
у тому числі: живих	<u>97</u> 83	<u>103</u> 97	<u>105</u> 95	<u>109</u> 103
мертвонароджених	<u>2</u> 13	<u>2</u> 4	<u>2</u> 5	<u>1</u> 2
Маса гнізда при народженні, кг	<u>12.9±0.13</u> 12,7±0,31	<u>14.4±0.15</u> 14,3±0,29	<u>13.7±0.14</u> 14,8±0,26	<u>15.4±0.11</u> 15,6±0,17
Середня жива маса 1 поросяти при народженні, кг	<u>1.20±0.01</u> 1,38±0,02	<u>1.26±0.01</u> 1,33±0,01	<u>1.17±0.01</u> 1,40±0,02	<u>1.27±0.01</u> 1,36±0,01
Загибло поросят до 21-ї доби	<u>14</u> 11	<u>7</u> 6	<u>5</u> 5	<u>6</u> 4
Загибло поросят до 30-ї доби	<u>0</u> 4	<u>0</u> 3	<u>0</u> 0	<u>0</u> 2
Збереженість поросят на 30-ту добу, %	<u>85.6</u> 81,9	<u>93.2</u> 90,7	<u>95.2</u> 94,7	<u>94.5</u> 94,1
Середня жива маса поросяти на 21-шу добу, кг	<u>4.7±0.03</u> 5,3±0,04	<u>4.7±0.08</u> 4,9±0,07	<u>4.9±0.07</u> 4,6±0,09	<u>4.8±0.09</u> 5,2±0,08
Середня жива маса поросяти на 30-ту добу, кг	<u>6.6±0.15</u> 7,0±0,18	<u>6.4±0.19</u> 6,9±0,16	<u>6.2±0.18</u> 6,7±0,19	<u>6.7±0.17</u> 7,3±0,14
Відлучено поросят, %до контролю	<u>100</u> 100	<u>115.7</u> 129,4	<u>120.5</u> 132,4	<u>124.1</u> 142,6
Молочна продуктивність маток, кг	<u>43.2</u> 41,3	<u>50.8</u> 48,0	<u>53.9</u> 45,5	<u>56.2</u> 56,7

Примітка:*У чисельнику наведено дані першого опоросу, у знаменнику – другого.

Збереженість приплоду у тварин дослідних груп на 30-ту добу підсисного періоду (відлучення) становила за першим опоросом для свиноматок контрольної групи 85,6; 2-ї – 93,2; 3-ї – 95,2; 4-ї – 94,5 % ($P < 0,01$), і за другим опоросом, відповідно, 81,9; 90,7; 94,7 і 94,1 % ($P < 0,01$). Однак середня жива маса при відлученні у тварин усіх груп була практично однаковою. Значно вищі показники молочної продуктивності маток, порівняно з контрольною групою, (41,3–43,2 кг) спостерігали у тварин дослідних груп (45,5–56,7 кг).

Біохімічний склад крові дослідних маток на 100-ту добу поросності підтвердив наші передбачення, що поліакриламід збільшує наявність гама-глобулінів у білках крові. Водночас загальний склад білків залишається без змін. Тим часом процентний склад альбумінів другої та четвертої дослідних груп зменшується до 38,3 і 38,0 %, а кількість гама-глобулінів збільшується, відповідно, до 26,0 і 25,3 % (табл. 2).

Таблиця 2 – Біохімічний склад крові дослідних свиноматок за згодовування ПА і МВД, $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=9)

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Загальний білок, проц.	6,5±0,05	6,5±0,05	6,50±0,07	6,5±0,05
Альбуміни від загального білка, %	43,0±0,06	38,3±0,26	43,9±0,08	38,0±0,07
Глобуліни, %:				
α_1	8,4±0,05	6,9±0,22	8,0±0,07	7,2±0,11
α_2	13,4±0,37	13,3±0,28	12,9±0,10	13,7±0,21
β	14,8±0,16	15,3±0,22	14,9±0,09	15,0±0,07
γ	20,2±0,23	26,0±0,06	19,9±0,25	25,3±0,22
Гемоглобін, г %	12,3±0,17	12,0±0,12	14,0±0,13	14,7±0,23
Еритроцити, млн	3,9±0,17	4,0±0,08	4,8±0,10	5,3±0,15
Лейкоцити, тис.	12,7±0,19	12,3±0,18	14,0±0,10	14,2±0,09
Са, мг %	14,3±0,20	14,4±0,23	14,3±0,19	15,3±0,14
Р, мг %	7,2±0,35	6,6±0,28	7,3±0,37	7,9±0,09

У зрівнювальний період приріст живої маси свиней контрольної та дослідних груп був практично однаковий як у першому, так і другому досліді (табл. 3). Велику різницю в прирості

живої маси тварин контрольної та дослідних груп спостерігали в перші два місяці дослідного періоду, однак в наступні місяці вона зменшувалася. Порівнюючи живу масу свиней дослідного поголів'я наприкінці відгодівлі, з'ясували, що у тварин 2-ї групи вона на 9 % більша, ніж контрольної, а 3-ї – на 22 % ($P < 0,01$). Середньодобовий приріст тварин 4-ї групи становив у середньому 656 г, що на 23,3 % більше порівняно з контрольною групою, а в 2 і 3-й групах був вищий, ніж у контрольній, на 9,7 і 9,4 % відповідно (перший дослід).

Таблиця 3 – Зміни живої маси молодняку свиней під час вирощування та відгодівлі за згодовування ПА і МВД, $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=20)

Показник	Група			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Перший дослід				
Жива маса перед дослідом, кг	7,2	7,2	7,2	7,2
Період вирощування (60 діб)				
Жива маса, кг:	16,3±0,02	16,3±0,03	16,2±0,03	16,3±0,03
на початку наприкінці	38,3±0,26	44,6±0,32	43,6±0,24	47,6±0,26
Приріст маси, кг	22,0±0,24	28,3±0,34	27,4±0,21	31,3±0,28
Перший період відгодівлі (30 діб)				
Жива маса наприкінці, кг	58,1±0,23	65,8±0,36	63,7±0,22	69,9±0,25
Приріст маси, кг	19,8±1,18	21,2±1,28	20,01±1,20	22,3±1,23
Другий період відгодівлі (66 діб)				
Жива маса наприкінці, кг	106,2±1,21	115,9±0,74	115,6±0,46	129,3±0,72
Приріст маси, кг	48,1±2,84	50,1±2,56	51,9±2,38	59,4±2,94
У середньому за дослід (186 діб)				
Приріст маси, кг	99,0±3,06	108,7±2,96	108,4±3,02	122,1±3,14
Другий дослід				
Жива маса, кг	7,0	7,0	7,0	7,0
Період вирощування (60 діб)				
Жива маса, кг:	17,1±0,07	17,0±0,07	17,0±0,06	17,1±0,06
на початку наприкінці	36,2±0,42	42,0±0,56	41,9±0,36	47,9±0,34
Приріст маси, кг	19,1±0,89	25,1±1,06	24,9±0,94	30,9±1,24
Перший період відгодівлі (30 діб)				
Жива маса: наприкінці, кг	56,2±0,47	63,4±0,57	61,2±0,66	69,1±0,41
Приріст маси, кг	20,0±2,38	21,4±1,86	19,3±1,95	21,2±1,78
Другий період відгодівлі (60 діб)				
Жива маса наприкінці, кг	100,3±0,69	108,1±0,66	107,9±0,64	120,2±0,91
Приріст маси, кг	44,1±2,56	44,7±2,69	46,7±2,85	51,3±3,07
У середньому за дослід (180 діб)				
Приріст маси, кг	93,3±2,74	101,1±2,87	100,9±2,98	113,2±3,02

У другому досліді середньодобовий приріст маси за весь період становив у свиней контрольної групи 518 г, 2-ї – більший на 8,3 % ($P < 0,01$), 3-ї – на 8,1 і 4-ї – на 21,4 % ($P < 0,01$).

Для вивчення впливу згодовування поліакриламідів та мінерально-вітамінних добавок на перетравність поживних речовин корму у віці 4,5 і 7 місяців було проведено два балансові досліді на молодняку свиней.

Значно вища перетравність органічної речовини, протеїну, безазотистих екстрактивних речовин помітна у тварин 4-ї дослідної групи. Однак статистично значущої різниці щодо перетравності жиру і клітковини у свиней усіх дослідних груп не спостерігали.

Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси свиней за весь період вирощування і відгодівлі були найбільші у тварин контрольної групи (5,3 корм. од.), а у інших групах, відповідно: 2-ї – 5,1; 3-ї – 5,0; 4-ї – 4,9 корм. од. (перший дослід).

Забійний вихід у всіх групах тварин був неоднаковий і становив у контрольній – 74 %; 2-й дослідній – 76; 3-й – 75 і 4-й дослідній – 78 % (перший дослід). Оцінювання показало високі смакові якості у тварин усіх дослідних груп.

Обговорення. У результаті серії наукових експериментів досліджено вплив згодовування поліакриламідів (ПА) та мінерально-вітамінних добавок (МВД) на відтворні та продуктивні якості

поросних свиноматок, а також ріст і життєздатність молодняку свиней, одержаних від них. У раціони маток дослідних (2–4) груп вводили поліакриламід і мінерально-вітамінні добавки з урахуванням фактичної наявності мінеральних елементів і вітамінів у кормах і потреб тварин у них. Схожі дослідження були проведені професором В.А. Бурлакою [2,3]. Дослідження на молодняку свиней проводили у 2 етапи: зрівнювальний період (25 діб) – раціони поросят контрольної та дослідних груп однакові; основний період (150 діб) – тварин контрольної групи годували стандартними комбікормами, а дослідним давали додатково ПА і МВД.

За використання у раціонах поросних свиноматок і молодняку свиней, отриманих від них, зазначених вище добавок спостерігали збільшення виходу життєздатних поросят, підвищення імунітету тварин за рахунок збільшення гама-глобулінів у білках крові, зростання середньодобових приростів живої маси у період вирощування і відгодівлі свиней, краще використання кормів тваринами. Це доводить, що нестача поживних елементів у годівлі свиней негативно впливає на їх продуктивність, процес дозрівання клітин, відповідальних за імунні реакції. Особливо згубно впливає на продуктивність і відтворні функції свиней недостатня кількість у раціонах протеїну, амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів. Їх джерелами слугують не тільки зерно, корми тваринного походження, а і нетрадиційні корми [4, 14, 15]. За нестачі якісних кормів, дефіциту у раціонах протеїну, біологічно активних речовин, у тому числі вітамінних і мінеральних добавок, виробничники та науковці ведуть пошук нетрадиційних кормових добавок [2, 3, 9, 11]. До їх числа ми відносимо поліакриламід і мінерально-вітамінні добавки.

Висновки. Згодовування поліакриламиду та мінерально-вітамінних добавок порослим свиноматкам впливає на відтворну функцію, збільшує вихід життєздатних поросят, підвищуючи їх резистентність.

Введення у раціон ПА та МВД у період вирощування та відгодівлі свиней підвищує середньодобові прирости живої маси, сприяє кращому використанню кормів тваринами, покращує забійні якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко В. В. Показники якості свинини при згодовуванні БМВД «Мінактивіт». Аграрна наука та харчові технології: збірник наукових праць. Серія: Годівля тварин та технологія кормів. Вінниця: ВНАУ, 2016. С. 15–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2016_2_5
2. Бурлака В. А. Вплив нетрадиційних мінеральних добавок на якість свинини. Тваринництво України. 2012. №9. С. 32–35.
3. Бурлака В. А. Природні алюмосилікати: нетрадиційні, екологічно чисті мінеральні добавки в годівлі свиней. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2011. С. 6–9. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/5785>
4. Вербельчук Т.В. Обмін азоту мінеральних елементів в організмі молодняку свиней при використанні окремих нетрадиційних кормових добавок. Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми, 2012. С.110–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2012_12_34
5. Котляр О.С. БМВД на базі біомаси вермикюльтури в годівлі поросят на дорощуванні та ремонтних свинок. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків, 2016. С. 181–189. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2016_32%281%29_26
6. Мажиловська К. Р. Відгодівельні показники свиней при згодовуванні їм нового мінерального преміксу. Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки. Миколаїв, 2014. С.31–35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvan_2013_6_36
7. Морфологія органів і тканин новонароджених поросят, отриманих від свиноматок, яким згодовували мінерально-вітамінні добавки / Л. П. Горальський та ін. Вісник ЖНАЕУ. 2010. № 2. С. 106–113. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/85>
8. Овсієнко М. А. Нова вуглеводно-мінерально-вітамінна добавка в годівлі відлучених поросят. Вісник аграрної науки. 2014. №1. С. 72–74. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_1_19
9. Походня Г. С. Инновационные технологии использования нетрадиционных кормов при производстве сельскохозяйственной продукции. Вісник Харківського національного аграрного університету. Харків, 2015. С. 166–173. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_31%281%29_23
10. Савчук І. М. Питома активність 137Cs у свинині залежно від різних доз сапоніту в раціоні. Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 117–121. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_4_19
11. Ткачик Л. В. Актуальність застосування кормових добавок на основі Омега-3 жирних кислот у раціонах годівлі свиней. Науковий вісник НУБіП. Київ, 2015. С. 139–145. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_vet_2015_221_29
12. Токарчук Т. С. Некоторые показатели липидного обмена в сыворотке крови поросят, которым вводили нанопрепараты витамина Е, цинка, железа и германия. Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины": научно-практический журнал. Витебск, 2017. Т. 53. вып. 4. С. 61–64. URL: <http://repo.vsavm.by/handle/123456789/3282>

13. Юлевич О. І. Залежність інтенсивності росту помісних поросят різних строків відлучення від рівня годівлі. Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки. Миколаїв, 2013. С. 143–150. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_2_24
14. Woyengo T. A., Beltranena E., Zijlstra R. T. Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. *Journal of animal science*. 2015. V. 92. I. 4. P. 1293–1305. Doi: <http://doi.org/10.2527/jas.2013-7169>
15. Bissonnette N., Jiang X. R., Matte J. J. Effect of a post-weaning diet supplemented with functional feed additives on ileal transcriptome activity and serum cytokines in piglets challenged with lipopolysaccharide. *Veterinary immunology and immunopathology*. 2014. V. 182. P. 136–149. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.10.004>
16. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 254 с.

REFERENCES

1. Bondarenko, V. V. (2016). Pokaznyky yakosti svynyny pry zghodovuvanni BVMD «Minaktyvit» [Indicators of quality of pork at feeding BMKD "Minaktivit"]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii: zbirnyk naukovykh prats [Agrarian science and food technologies: a collection of scientific works]*. Serii: Hodivlia tvaryn ta tekhnolohiia kormiv [Series: Animal feeding and feed technology]. Vinnytsya: VNAU, pp. 15–21. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2016_2_5
2. Burlaka, V. A. (2012). Vplyv netradytsiinykh mineralnykh dobavok na yakist svynyny [Influence of non-traditional mineral additives on the quality of pork]. *Animal husbandry of Ukraine*. no. 9, pp. 32–35.
3. Burlaka, V. A. (2011). Pryrodni aliumosilikaty: netradytsiini, ekolohichno chysti mineralni dobavky v hodivli svynei [Natural aluminosilicates: non-traditional, environmentally friendly minerals in feeding pigs]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU [Collection of scientific works of VNAU]*. Serii: Silskohospodarski nauky [Series Agricultural Sciences]. Vinnytsia, pp. 6–9. Available at: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/5785>
4. Verbelchuk, T. V. (2012). Obmin azotui mineralnykh elementiv v orhanizmi molodniaku svynei pry vykorystanni okremykh netradytsiinykh kormovykh dobavok [Exchange of nitrogen and mineral elements in the pig's body when using separate non-traditional feed additives]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]*. Sumy, pp. 110–114. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2012_12_34
5. Kotliar, O. S. (2016). BMVD na bazi biomasy vermykultury v hodivli porosiat nadoroshchuvanni ta remontnykh svynok [BMVD on the basis of biomass of vermiculture in feeding pigs on grazing and repair pigs]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University]*. Kharkiv, pp. 181–189. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2016_32%281%29_26
6. Mazhylovska, K. R. (2014). Vidhodivelni pokaznyky svynei pry zghodovuvanni yim novoho mineralnoho premixu [Fat indexes of pigs when feeding them with a new mineral premix]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria [Agrarian Bulletin of the Black Sea Region]*. Agricultural sciences. Mykolayiv, pp. 31–35. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvan_2013_6_36
7. Horalskyi, L. P. (2010). Morfolohiia orhaniv i tkanyn novonarodzhennykh porosiat, otrymanykh vid svynomatok, yakym zghodovuvaly mineralno-vitaminni dobavky [Morphology of organs and tissues of newborn piglets, obtained from sows fed with mineral-vitamin supplements]. *Bulletin of ZNAMEU*. no. 2, pp. 106–113. Available at: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/85>
8. Ovsienko, M. A. (2014). Nova vuhlevodno-mineralno-vitaminna dobavka v hodivli vidluchenykh porosiat [New carbohydrate-mineral-vitamin supplement in feeding off-off pigs]. *Bulletin of Agrarian Science*. no. 1, pp. 72–74. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_1_19
9. Pokhodnia, H. S. (2015). Innovatsionnye tekhnologii ispol'zovaniya netraditsionnykh kormov pri proizvodstve sel'skohozyajstvennoy produktsii [Innovative technologies of using non-traditional feeds in the production of agricultural products]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University]*. Kharkiv, pp. 166–173. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_31%281%29_23
10. Savchuk, I. M. (2016). Pytoma aktyvnist 137Cs u svynyni zalezho vid riznykh doz saponitu v ratsioni [Specific activity of 137Cs in pork depends on different doses of saponite in the diet]. *Agroecological journal*. no. 4, pp. 117–121. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_4_19
11. Tkachyk, L. V. (2015). Aktualnist zastosuvannya kormovykh dobavok na osnovi Omeha-3 zhyrnykh kyslot u ratsionakh hodivli svynei [Relevance of application of feed additives on the basis of omega-3 fatty acids in feeds of feeding pigs]. *Scientific Bulletin of NUBiP*. Kyiv, pp. 139–145. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_vet_2015_221_29
12. Tokarchuk, T. S. (2017). Nekotorye pokazateli lipidnogo obmena v syvorotke krovi porosiat, kotorym vvodili nanopreparaty vitamina E, cinka, zheleza i germaniya [Some indicators of lipid metabolism in the serum of piglets, which were administered nanopreparations of vitamin E, zinc, iron and germanium]. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy medicyny": nauchno-prakticheskii zhurnal [Scientific notes of the educational institution "Vitebsk Order" Badge of Honor "State Academy of Veterinary Medicine": scientific and practical journal]*. Vitebsk, Vol. 53, Issue 4, pp. 61–64. Available at: <http://repo.vsavm.by/handle/123456789/3282>
13. Yulevych, O. I. (2013). Zalezhnist intensyvnosti rostu pomisnykh porosiat riznykh strokiv vidluchennia vid rinvia hodivli [The deposit of intensiveness in the growth of private piglets of different strings in the future of the year]. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast*. Agricultural sciences. Mykolaiv, pp. 143–150. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2013_2_24
14. Woyengo, T. A., Beltranena, E., Zijlstra, R. T. (2015). Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. *Journal of animal science*. Vol. 92, Issue 4, pp. 1293–1305. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7169>
15. Bissonnette, N., Jiang, X. R., Matte, J. J. (2014). Effect of a post-weaning diet supplemented with functional feed additives on ileal transcriptome activity and serum cytokines in piglets challenged with lipopolysaccharide. *Veterinary immunology and immunopathology*. Vol. 182, pp. 136–149. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2016.10.004>
16. Plokhynskyi, N. A. (1969). Rukovodstvo po byometrii dlia zootekhnykov [Guide for biometrics for livestock]. Moscow: Kolos, 254 p.

**Продуктивность свиней при скормливания полиакриламида и минерально-витаминных добавок
Кузьменко П. И., Фесенко В. Ф., Билькевич В. В., Каркач П. М., Машкин Ю.О.**

Изучено влияние скормливания полиакриламида (ПА) и минерально-витаминных добавок (МВД) на воспроизводительные и продуктивные качества супоросных свиноматок, а также развитие и жизнеспособность молодняка свиней, которых получили от них. Было произведено две серии научно-хозяйственных опытов на супоросных свиноматках. В рационы маток опытных (2–4) групп вводили полиакриламид и минерально-витаминные добавки, с учетом фактического наличия минеральных элементов и витаминов в кормах и потребности животных в них. Маткам 2-й группы скормливали полиакриламид из расчета 0,5 г на 1 кг живой массы, 3-й группы – МВД в таких количествах (мг): сернокислого железа – 200, углекислой меди – 15, цинка – 84, кобальта – 3, хлористого марганца – 69, йодистого калия (стабилизированного) – 170 мкг, витаминов А – 2,8 тыс. IU, D – 736 IU, B₁ – 1,4 мг, B₂ – 8,4 мкг на голову в сутки; 4-й группы – полиакриламид и минерально-витаминные добавки в указанных выше количествах. Скормливали полиакриламид и МВД на протяжении 60 дней и за 10 дней до опороса приостановили.

Опыты на молодняке свиней проводили в 2 этапа: уравнивательный период (25 дней) – рационы поросят контрольной и опытных групп были одинаковыми; основной период (150 дней) – животных контрольной группы кормили стандартными комбикормами, а опытным давали дополнительно ПА и МВД.

При использовании в рационах супоросных свиноматок и молодняка свиней, полученных от них, отмеченных выше добавок наблюдали увеличение выхода жизнеспособных поросят, повышение иммунитета животных за счет увеличения гамма-глобулинов в белках крови, повышение среднесуточных приростов живой массы на 23,3 % в период выращивания и откорма свиней, лучшее использование кормов животными.

Ключевые слова: свиноматки, поросята, полиакриламид, минеральные элементы, витамины, живая масса, альбумины, глобулины, дорастивание, откорм, затраты кормов, убойный выход.

Productivity of swine fed on polyacrylamide, mineral and vitamin additives

Kuzmenko P., Fesenko V., Bilkevich V., Karkach P., Mashkin Yu.

The feeding effect of polyacrylamide (PA), mineral and vitamin additives (MVA) on the reproductive and productive qualities of sows, as well as the development and viability of piglets gained from them has been studied.

The polyacrylamide, mineral and vitamin additives have been added to the sow diet of the 2nd and 3rd experimental groups. It has been done according to the animal need in minerals and vitamins.

In proportion of 0,5/1 kg of live weight, the mineral and vitamin additives, polyacrylamide have been added to the ration of sows from the 2nd experimental group.

The mineral and vitamin additives have been added to the ration of the 3rd group in such proportion: iron sulfate – 200, copper carbonate – 15, zinc – 84, cobalt – 3, manganese chloride – 69, potassium iodide (stabilized) – 170 mcg, vitamins A – 2.8 th. IU, D – 736 IU, B₁ – 1.4 mg; B₂ – 8.4 micrograms per head per day.

The mineral and vitamin additives, polyacrylamide have been added to the sow diet of the 4th experimental group in the same proportion as it has been already mentioned above.

The sows fed on PA and MVA for 60 days. The feeding was stopped 10 days before farrowing.

The experiment on piglets has been carried out in 2 stages. The equalization period was 25 days (the ration of piglets from the control and experimental group was the same). The main period was 150 days (the control group of animals fed on standard compound fodder). The experimental group fed on additional PA and MVA.

It has been noticed when the additives are added to the sow diet the gained piglets have an increase of viability, immun response (due to gamma globulins increase in blood proteins) and the average live weight by 23.3% during the rising period.

Key words: sows, piglets, polyacrylamide, mineral elements, vitamins, live weight, albumin, globulins, rearing, fattening, feed costs, slaughter yield.

Надійшла 08.04.2019 р.

УДК 637.12.04:637.116

ВОВКОГОН А.Г.
НАДТОЧІЙ В.М.
КАЛІНІНА Г.П.
ГРЕБЕЛЬНИК О.П.
ФЕДОРУК Н.М.
ЗАГОРУЙ Л.П.
ГАЛАЙ О.Ю.
КАЧАН А.Д.

Білоцерківський національний аграрний університет
nadtochii1963@ukr.net

ВПЛИВ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК РІЗНИХ ТИПІВ НА ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ СИРОГО МОЛОКА

У статті висвітлено результати порівняльних досліджень показників якості молока, отриманого за доїння у спеціалізованих доїльних залах на доїльних установках типу «Паралель» і «Карусель» та за доїння у стійлах на доїльній установці «Молокопровід».

Масову частку жиру та білка, сухих речовин та сухого знежиреного молочного залишку, густину, титровану та активну кислотність, термостійкість та точку замерзання визначали за загальноприйнятими методиками. Електропровідність молока визначали за допомогою аналітичного приладу MD-20 MAS-D-TEC. Загальну кількість бактерій у молоці визначали за редуктажною пробою з резазурином та методом висіву у чашках Петрі. Сиропридатність молока визначали за бродильною та сичужно-бродильною пробами.

Встановлено дещо вищі показники масової частки жиру, масової частки білка та концентрації сухих речовин у молоці, отриманому у спеціалізованих доїльних залах.

Молоко, отримане на доїльній установці типу «Молокопровід», має вищі показники титрованої кислотності, відтак, нижчу термостійкість, порівняно з молоком, отриманим на установках типу «Паралель» та «Карусель».

Встановлено підвищення загальної кількості бактерій у молоці, отриманому за доїння корів у стійлах, порівняно з молоком, отриманим у спеціалізованих доїльних залах.

Підвищення питомої електропровідності на 1,8 мС/см вище нормативного середнього показника 4,6 мС/см у молоці, отриманому на доїльній установці типу «Карусель», вказує на субклінічну форму маститу у корів або на можливі порушення параметрів експлуатації доїльної установки «Карусель».

Ключові слова: технологія, якість та безпечність молока, доїння, доїльні установки, доїльний зал, бактеріальне обсіменіння.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-118-125

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Молочне тваринництво України в усі роки було зорієнтовано на старі високовитратні технології виробництва молока, в основу яких покладено прив'язну систему утримання корів та їх доїння безпосередньо в стійлах на недосконалих доїльних установках типу АД-100 А та УДМ «Молокопровід» [16, 18, 22, 26]. Подібну технологію в європейських країнах використовують лише в ізоляторах та родильних відділеннях. Решта виробництв базується на безприв'язній системі утримання з доїнням корів на установках-площадках типу «Паралель», «Карусель» та «Ялинка». Останнім часом у країнах Європи великого поширення набули роботизовані доїльні системи, де процес доїння відбувається без участі людини [9, 17, 23, 31].

Враховуючи досвід європейських країн, молочне тваринництво України нині переходить на нові технології, в основу яких покладено безприв'язну систему утримання корів з доїнням у спеціалізованих доїльних залах на установках типу «Паралель» та «Карусель» [5, 21, 32].

Досвід експлуатації цих систем показав їх рентабельність та високу продуктивність тварин – на рівні 7–10 тис. кг молока за лактацію [19, 25, 27, 30]. Водночас ефективність використання доїльних установок типу «Паралель» і «Карусель» різна, зокрема, наявні відмінності за показниками якості молока [6, 19, 28]. З огляду на те, що технологія підготовки і безпосередньо технологічний процес доїння корів на цих доїльних установках різні, вивчаючи процес доїння, важливо оцінити показники якості молока.

Вплив різного типу доїльних установок на молочну продуктивність корів, процес доїння та безпечність і якість молока досліджують численні вітчизняні дослідники. Зокрема, Палій [21]

встановив характерні особливості застосування різних типів доїльних установок в умовах сучасних молочних ферм. Рубан зі співавт. [16] обґрунтували переваги та недоліки технологічного забезпечення молочних ферм для доїння корів за різних технологій. Зволейко [20], Марикіна [19] та Перекрестова [17] визначали вплив різних типів доїльних установок на продуктивність корів та процес молоковіддачі. Кондрасій [1] вивчав зміни якості молока-сировини за впливу різних гігієнічних умов отримання корів.

Мета дослідження – визначити і порівняти показники якості молока, отриманого з використання різних типів доїльних установок.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на базі таких господарств Київської області: ТДВ «Терезине», ТДВ «Острійківське» та СВК ім. Щорса. Досліджували молоко, отримане на установці УДМ-200 «Молокопровід» за прив'язного способу утримання корів, та в доїльних залах типу «Паралель» і «Карусель» за безприв'язного утримання тварин.

У господарствах, де проводили досліди, технологічні процеси роздавання корму, напування і прибирання гною повністю механізовано, а за використання доїльних залів – автоматизовано. Упродовж досліджень годівлю корів здійснювали за раціонами, розробленими відповідно до їх продуктивності та живої маси. У господарствах ТДВ «Терезине» та ТДВ «Острійківське» корів годували повнораціонними однотипними кормосумішами.

Показники якості та безпечності молока визначали за загальноприйнятими методиками у лабораторії кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва БНАУ відповідно до «Правил ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації» [8] та вимог ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [7].

Відбирання та підготовку проб молока для дослідження проводили відповідно до вимог ДСТУ 8553:2015 «Молоко-сировина та вершки-сировина. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання» [10]. Визначення масової частки жиру, масової частки білка, масової частки сухих речовин та масової частки сухого знежиреного молочного залишку, густини, активної кислотності та точки замерзання проводили ультразвуковим методом відповідно до вимог ДСТУ 7057:2009 «Молоко коров'яче сире. Визначення густини, масової частки жиру, білка, сухої речовини та лактози ультразвуковим методом» [11]. Титровану кислотність визначали відповідно до вимог ГОСТ 3624–92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности», термостійкість – відповідно до вимог ДСТУ 5073:2008 «Молоко та вершки. Методи визначення термостійкості за алкогольною пробою» [12]. Чистоту молока визначали згідно з ДСТУ 6083:2009 «Молоко. Метод визначання чистоти» [13], кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) – відповідно до вимог ДСТУ IDF 100B:2003 «Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30 °C» (IDF 100B:1991, IDT) [14] та ДСТУ IDF 122C:2003 «Молоко і молочні продукти. Підготовка проб і розведень для мікробіологічного дослідження» (IDF 122C:1996, IDT) [15].

Контроль молока щодо захворювання корів на мастит проводили шляхом визначення електропровідності молока та кількості соматичних клітин за допомогою аналітичних приладів MD–20 MAS–D–TEC і віскозиметра «Somatas».

Результати дослідження та їх обговорення. На першому етапі дослідження вивчали органолептичні показники молока, отриманого на доїльних установках різних типів (табл. 1).

Таблиця 1 – Органолептичні показники молока, отриманого за використання доїльних установок різних типів ($\bar{x} \pm m$, n=52)

Показник	Тип доїльної установки		
	УДМ-200	«Паралель»	«Карусель»
Зовнішній вид та консистенція	однорідна рідина з поодинокими механічними домішками	однорідна рідина без осаду та пластівців	
Колір	однорідний, від білого до світло-кремового		
Смак і запах	молочний, зі слабким стійловим та кормовим запахом	чистий, молочний, без сторонніх не властивих свіжому молоку присмаків і запахів	молочний, зі слабким кормовим запахом

Як видно з таблиці 1, у молоці, отриманому на установці УДМ–200, виявляли поодинокі механічні домішки. За такого способу доїння очищення вим'я здійснюється вологою серветкою повторного використання і залежить від охайності і відповідальності оператора машинного доїння. Натомість, у доїльних установках типу «Паралель» і «Карусель» обмивання вим'я здійснюється за допомогою розпилювача теплої води.

Крім того, молоко, отримане на установці УДМ–200 «Молокопровід», мало слабкий стійловий та кормовий запах. Це обумовлено тим, що в разі доїння корів у стійлах, де наявна велика кількість аміаку, молоко швидко адсорбує запахи.

Склад молока і показники його якості залежать від ряду факторів, в тому числі від умов утримання і доїння (табл. 2).

Таблиця 2 – Хімічний склад молока, отриманого на доїльних установках різних типів ($\bar{X} \pm m$, n=52)

Показники	УДМ-200	«Паралель»	«Карусель»
Масова частка жиру, %	4,03±0,01	4,15±0,02	4,1±0,01
Масова частка білка, %	2,98±0,02	3,12±0,04	3,07±0,03
Масова частка сухих речовин, %	12,53±0,08	12,83±0,11	12,35±0,07
Масова частка СЗМЗ, %	8,5±0,04	8,68±0,05	8,55±0,03

Як свідчать дані таблиці 2, вищі показники масової частки жиру та білка були в молоці, отриманому на доїльних установках типу «Паралель» та «Карусель». Відповідно згодовування дійним коровам постійних за складом компонентів повнораціонних кормосумішей у господарствах, де застосовують інтенсивну технологію виробництва молока, підвищує ефективність використання кормів, поживні речовини в організм тварин надходять рівномірно, що позитивно впливає на молочну продуктивність та якісні показники молока.

Відомо [2], що у технологічному процесі виробництва молочних продуктів серед фізико-хімічних властивостей молока найбільше значення мають титрована кислотність, активна кислотність, густина, термостійкість тощо. Титрована кислотність є критерієм оцінки якості молочної сировини, зокрема її свіжості і натуральності, та характеризується сукупністю факторів, які залежать від періоду року, стадії лактації, стану здоров'я тварин, фізіологічного стану, раціонів годівлі тощо. Водночас у виробництві молочних продуктів показник активної кислотності більш вагомий, ніж титрована кислотність. Від величини рН залежить низка показників власне технологічного процесу. Як показник фальсифікації практичне значення має також кріоскопічна температура – температура замерзання молока. За її значенням визначають ступінь фальсифікації молока водою [2, 4, 29].

На наступному етапі провели дослідження основних показників якості молока залежно від типу доїння (табл. 3).

Таблиця 3 – Фізико-хімічні та технологічні показники молока, отриманого на доїльних установках різних типів ($\bar{X} \pm m$, n=52)

Показники	УДМ-200	«Паралель»	«Карусель»
Густина, кг/м ³	1028,1±0,01	1027,5±0,02	1028,1±0,01
Титрована кислотність, °Т	19,0±0,5	18,0±0,3	18,5±0,4
Активна кислотність, рН	6,66±0,01	6,67±0,01	6,68±0,01
Електропровідність, mS/cm	4,58±0,05	4,22±0,03	6,41±0,06
Точка замерзання, °С	-0,55	-0,56	-0,57
Термостійкість за алкогольною пробою, група:	Частка зразків, %		
I	0	5	6
II	6	68	54
III	56	18	36
IV	38	6	4

Порівняльна оцінка фізико-хімічних та технологічних властивостей молока свідчить про те, що за використання різних типів доїльних установок молоко за густиною повною мірою відповідає вимогам чинного стандарту. Температура замерзання молока коливалася в межах від -0,57 °С до -0,55 °С, що лежить у межах норми. Отже, фальсифікацій молока водою не було виявлено.

Титрована кислотність молока, отриманого на доїльній установці «Паралель», мала найнижче значення. Водночас значення активної кислотності молока, отриманого на всіх дослідних доїльних установках, практично не різнились і знаходилися у межах норми для свіжого молока.

За термостійкістю 68 % зразків молока, отриманого на доїльній установці типу «Паралель», відносили до II групи. Воно було більш термостійким, ніж молоко, отримане на інших доїльних установках. Підвищення титрованої кислотності молока, отриманого за допомогою доїльної установки «Молокопровід», спричинило зниження термостійкості молока до III групи – 56 % зразків молока. Першопричиною наростання титрованої кислотності є розвиток мікрофлори молока. У ньому активно наростає вміст молочної кислоти, порушується сольовий баланс і змінюється білковий склад, що спричиняє підвищення його буферних властивостей.

Відомо [3, 24], що показник кількості соматичних клітин є одним із важливих критеріїв якості та безпечності сирого молока. Нині існує багато різних тест-методів, що дають змогу контролювати стан вимені й відповідність технологій доїння фізіологічним потребам тварин за значенням електропровідності молока. На електропровідність молока впливає фізіологічний стан тварини та запальні процеси в молочній залозі. У молоці тварин, хворих на мастит, підвищується вміст солей, тому електропровідність збільшується. У досліджуваних зразках молока, отриманого на доїльній установці «Карусель», питома електропровідність становила 6,41 mS/см, що вище нормативного середнього показника 4,6 mS/см. Вочевидь, причиною підвищення електропровідності молока на даній установці є підвищений рівень вакуумметричного тиску у піддійковому просторі і частоти пульсації у завершальній фазі доїння, що чинить навантаження на дійки. На останніх утворюються мікротріщини, які спричиняють запалення.

Основними джерелами бактеріального забруднення молока під час доїння є потрапляння у молоко чи доїльні установки сторонніх речовин, контактування молока з забрудненими поверхнями доїльних установок, що залежить від санітарно-гігієнічного стану доїльного залу, чистоти доїльних установок, санітарної культури обслуговуючого персоналу тощо. Першопричиною забруднення молока є якість підготовки вим'я, що однозначно залежить від типу доїння. Тому на наступному етапі досліджували санітарно-гігієнічні показники молока (табл. 4).

Як видно із таблиці 4, усі типи доїльних установок забезпечують високу чистоту молока за рівнем механічного забруднення. За редукажною пробою найгіршу якість молока отримано на стійловій доїльній установці «Молокопровід», за зміною забарвлення 76 % зразків відносили до другого класу. Це підтверджено результатами дослідження бактеріального обсіменіння чашковим методом – кількість бактерій у молоці, отриманому за доїння корів у стійлах, у 2,5 рази перевищувала цей показник для доїльних залів. Отже, сучасні високотехнологічні доїльні установки типу «Паралель» та «Карусель» уможливають отримання молока високої якості.

Таблиця 4 – Санітарно-гігієнічні показники молока, одержаного на доїльних установках різних типів ($\bar{x} \pm m$, n=52)

Показники	УДМ-200	«Паралель»	«Карусель»
Чистота, група	Частка зразків, %		
I	76	94	90
II	24	6	10
КМАФАнМ за температури 30 °С, тис. КУО/см ³	520,4±23,42***	205,5±9,67	314,0±10,05
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	550±18,02	345±12,6	615±25,12***
Редуказна проба, клас	Частка зразків, %		
вищий	4	58	12
I	10	40	76
II	76	2	12
несортове	10	0	0
Бродильна проба, клас	Частка зразків, %		
I	26	68	43
II	74	32	57
Сичужно-бродильна проба, клас	Частка зразків, %		
I	23	72	36
II	77	28	64

Примітка: *** – P<0,001.

Сиропридатність молока оцінюють за швидкістю зсідання молока під дією сичужного ферменту. За характеристикою молочного згустку встановили, що 68 % зразків молока за бродильною пробою та 72 % за сичужно-бродильною, що були отримані на доїльній установці «Паралель», відповідали першому класу. Разом з тим визначили, що молоко, отримане за допомогою доїльної установки «Молокопровід», було менш сиропридатним – 26 % зразків молока за бродильною та 23 % за сичужно-бродильною пробою відповідали першому класу.

За визначеними показниками якості встановили гатунковість молока відповідно до вимог ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» (табл. 5).

Таблиця 5 – Якість молока, одержаного на різних доїльних установках, відповідно до ДСТУ 3662:2018

Назва показника	УДМ-200	«Паралель»	«Карусель»
Густина, кг/м ³	1028,1±0,01	1027,5±0,02	1028,1±0,01
Кислотність, °Т	19,0±0,5	18,0±0,3	18,5±0,4
Масова частка сухих речовин, %	12,53±0,08	12,83±0,11	12,65±0,07
Чистота, група	I	I	I
Точка замерзання, °С	-0,55	-0,56	-0,57
КМАФАнМ за температури 30 °С, тис. КУО/см ³	520,4±23,42	205,5±9,67	314,0±10,05
Кількість соматичних клітин, тис/см ³	550±18,02	345±12,6	615±25,12
Гатунок молока	перший	вищий	перший

Як видно із таблиці 5, зразки досліджуваного молока належали до різних гатунків, найвищі показники якості мало молоко, отримане на установці «Паралель».

Висновки. Визначено, що тип доїльної установки суттєво впливає на якість молока. Висока санітарна якість молока, отриманого на установках, призначених для доїння у доїльних залах, обумовлена передусім наявністю в їх конструкції систем підготовки корів до доїння, контролем технологічного процесу та виконанням завершальних операцій, що забезпечує відповідність фізіологічним потребам тварин та повноцінну реалізацію їх молочної продуктивності. За рівнем бактеріального обсіменіння молоко, одержане на доїльній установці «Карусель», поступається якості молока, одержаного на доїльній установці «Паралель».

Перспективою подальших досліджень є аналіз контрольних точок у процесі формування якості молока та запровадження сучасних систем управління якістю та безпекою молочної продукції на молочних фермах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондрасій Л.А. Якісні зміни молока–сировини за впливу різних гігієнічних умов отримання. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнології ім. С.З. Гжицького. Львів, 2016. Т. 18. № 3 (71). С. 41–44. Doi: <https://doi.org/10.15421/nlvvet7109>.
2. Патрєва Л.С., Максимова І.І. Аналіз показників безпечності молока в умовах сільськогосподарського підприємства. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2016. Т. 2. № 1. С. 205–211.
3. Толок Г. Мікробіологічні критерії безпеки і якості харчової продукції. Продовольча індустрія АПК. 2016. № 1–2. С. 37–38.
4. Ярмач А. «Зайве» молоко і знак якості. Молоко і ферма. 2016. № 1 (32). С. 8–1.
5. Антонова А. Точне тваринництво на українських молочних фермах. Молоко і ферма. 2014. № 1 (20). С. 51–53.
6. Кондрасій Л.А. Науково-практичне обґрунтування показників якості молока-сировини за різних умов його виробництва. Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. Харків, 2016. Вип. 33. Ч. 2. С. 149–154.
7. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 13 с.
8. Правила ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимоги щодо їх реалізації: Наказ Мінздравполітики від 20.04.2004 р. № 49/2004/ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0579-04>.
9. Регламент Європейського парламенту та Ради (ЄС) від 29 квітня 2004 р. № 853/2004: URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a_99.
10. ДСТУ 8553:2015 «Молоко-сировина та вершки-сировина. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання». [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.
11. ДСТУ 7057:2009 «Молоко коров'яче сире. Визначення густини, масової частки жиру, білка, сухої речовини та лактози ультразвуковим методом». [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.
12. ДСТУ 5073:2008 «Молоко та вершки. Методи визначення термостійкості за алкогольною пробою». [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

13. ДСТУ 6083:2009 «Молоко. Метод визначання чистоти». [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.
14. ДСТУ IDF 100B:2003 «Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 30 °C». [Чинний від 2005-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 10 с.
15. ДСТУ IDF 122C:2003 «Молоко і молочні продукти. Підготовка проб і розведень для мікробіологічного дослідження». [Чинний від 2005-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.
16. Сучасні технології виробництва молока (особливості експлуатації, технологічні рішення, ескізні проекти) / Рубан С.Ю. та ін. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 172 с.
17. Перекрестова Г.В. Наукове та експериментальне обґрунтування експлуатації корів різних порід та помісей в умовах високотехнологічного комплексу з виробництва молока: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.04. Дніпро, 2018. 20 с.
18. Підпала Т. Технологічне середовище і пристосованість корів. Тваринництво України. 2014. № 5. С. 9–13.
19. Марикіна О.С. Обґрунтування використання спеціалізованих молочних порід різної селекції за умов інтенсивної технології виробництва молока: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.04. Миколаїв, 2015. 19 с.
20. Зволейко Д.В. Вплив різних типів доїльних установок на процес молоковіддачі, продуктивність корів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.02.04. Харків, 2016. 21 с.
21. Палій А.П. Обґрунтування, розробка та ефективність застосування інноваційних технологій і технічних рішень у молочному скотарстві: автореф. дис. ... докт. с.-г. наук: 06.02.04. Миколаїв, 2018. 55 с.
22. Борщ О., Крюкова Л. Доїння корів у відра чи молокопровід: знайти оптимальне рішення. Тваринництво. Ветеринарія. 2018. № 7–8. С. 42–44.
23. Sitkowska B., Piwczynski D., Aerts J., Waskowicz M. Changes in milking parameters with robotic milking. Archiv fur tierzucht-archives of animal breeding. 2015. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog>. doi: 10.5194/aab-58-137-2015.
24. Castro A., Pereira J., Amiana C., Barrasa M. Long-term variability of bulk milk somatic cell and bacterial counts associated with dairy farms moving from conventional to automatic milking systems. Italian journal of animal science. 2018. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. doi: 10.1080/1828051X.2017.1332498.
25. Tremblay M., Hess J.P., Christenson B.M., McIntyre K.K. Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. Journal of dairy science. 2016. URL: <http://www.journal of dairy science.org>. doi:10.3168/jds.2015-10152.
26. Paliy A.P. Influence contamination of milking equipment on the quality milk. Sword Journal (Agriculture). 2016. URL: <http://www.sword journal.com/e-journal/j11609.pdf>.
27. Tousowa R. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic systems. Journal of Central European Agriculture. Zagreb. 2014. No 4. P. 115–123.
28. Tse C., Barkema H., De Vries T. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers reports of milking labour management, milk production and milk quality. The international journal of Animal Biosciences, 2018. P. 2649–2656.
29. Litwinchuk Z., Krol J., Brodziak A. Factors determining the susceptibility of cows to mastitis and losses incurred by producers due to the disease – a review. Annals of animal science. 2015. No. 4. P. 819–831. URL: <https://apps.weobknowledge.com/>.
30. Bentley J.A., Tranel L.F., Timms L.L. Automatic milking systems (AMS). Producer surveys, 2018. URL: <https://scholar.google.com.ua>.
31. Meskens L., Vandermersch M., Mathijs E. Implication of the introduction of automatic milking on dairy farms. Agriculture and Human Values. 2015. URL: <https://scholar.google.com.ua>.
32. Rebecca L., Stuart D. Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end? Agriculture and Human Values. 2015. P. 199–213. URL: <https://link.springer.com/>.

REFERENCES

1. Kondrasii, L.A., Yakubchak, O.M. (2016). Yakisni zminy moloka-syrovyny za vplyvu riznykh hiiienichnykh umov otrymannia [Qualitative changes of milk-raw material for the influence of different hygienic conditions of obtaining]. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies name after S.Z. Gzhytskyi. Vol. 18, no. 3 (71), Available at: <https://nvlvet.com.ua>.
2. Patrieva, L. S., Maksymova, I.I. (2016). Analiz pokaznykiv bezpechnosti moloka v umovakh silskohospodarskoho pidpriemstva [Analysis of indicators of the safety of milk in the conditions of an agricultural enterprise]. Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria [Bulletin of agrarian science of the Black Sea region]. Mykolayiv. Vol. 2, no. 1, pp. 205–211.
3. Tolok, H. (2016). Mikrobiolohichni kryterii bezpeky i yakosti kharchovoi produktsii [Microbiological criteria for the safety and quality of food products]. Prodovalcha industriia APK [Food industry of agroindustrial complex]. no1/2, pp. 37–38.
4. Jarmak, A. (2016). «Zajve» moloko i znak jakosti [Excess" milk and a sign of quality]. Moloko i ferma [Milk and farm]. no 1(32), pp. 8–1.
5. Antonova, A. (2014). Tochno tvarynnyctv on a ukrainskykh molochnykh fermah [Accurate animal husbandry on Ukrainian dairy farms]. Moloko i ferma [Milk and farm]. no. 1(20), pp. 51–53.
6. Kondrasii, L.A. (2016). Nauchno-praktycheskoe obosnovanye pokazatelei kachestva moloka-syria pry razlychnykh usloviakh eho proyzvodstva [Scientific and practical substantiation of indicators of quality of milk-raw materials under different conditions of its production]. Zbirnik naukovykh prac' Harkivs'koi derzhavnoi zooveterinarnoi akademii' [Collection of scientific works of the Kharkiv State Animal Veterinary Academy]. Kharkiv, no. 33 (2), pp. 149–154.
7. DSTU 3662:2018. Moloko-syrovyna korov'iache [Milk-raw cow's milk]. Tekhnichni umovy [Specifications]. [Effective from 01.01.2019]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNTS, SE. 2018. 13 p.
8. Pravyla veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy moloka i molochnykh produktiv ta vymohy shchodo yikh realizatsii: Nakaz Minahropolityky vid 20.04.2004 r [Rules of veterinary and sanitary examination of milk and dairy products and

requirements for their implementation: Order of the Ministry of Agrarian Policy of 20.04.2004. № 49/2004.] Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0579-04>.

9. Rehlament Yevropeiskoho parlamentu ta Rady (IeS) vid 29 kvitnia 2004 r [Regulation of the European Parliament and of the Council (EC) of 29 April 2004 r. № 853/2004]. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a_99.

10. DSTU 8553:2015 «Moloko-syrovyna ta vershky-syrovyna. Pravyla pryimannia, vidbyrannia ta hotuvannia prob do kontroliuvannia» [Milk-raw and cream-raw materials. Rules of acceptance, selection and preparation of samples for control]. [Effective 01-01-2017]. Kind. officer Kyiv: State Enterprise "UkrNDNTS". 2016. 10 p.

11. DSTU 6083:2009 «Moloko koroviache syre. Vyznachennia hustyny, masovoi chastky zhyru, bilka, sukhoi rechovyny ta laktozy ultrazvukovym metodom» [Cow's milk is raw. Determination of density, mass fraction of fat, protein, dry matter and lactose by ultrasonic method ». [Effective from 01/01/2010]. Publishing is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2009. 8 p.

12. DSTU 5073:2008 «Moloko ta vershky. Metody vyznachennia termostiikosti za alkoholnoi proboiu» ["Milk and cream. Methods of determination of resistance to alcoholic breakdown »]. [Effective from 2009-07-01]. Publishing is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008. 10 p.

13. DSTU 6083:2009 «Moloko. Metod vyznachennia chystoty» ["Milk. Method of determination of purity"]. [Effective from 2009-07-01]. Publishing is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2009. 9 p.

14. DSTU IDF 100V:2003 «Moloko i molochni produkty. Vyznachennia kilkosti mikroorhanizmiv. Metod pidrakhunku kolonii za temperatury 30 °S» ["Milk and dairy products. Determination of the number of microorganisms. Method of counting colonies at a temperature of 30 ° C »]. [Effective from 01/01/2005]. Publishing is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2003. 10 p.

15. DSTU IDF 122S:2003 «Moloko i molochni produkty. Pidhotovka prob i rozveden dla mikrobiolohichnoho doslidzhennia» ["Milk and dairy products. Preparation of samples and dilutions for microbiological research"]. [Effective from 01/01/2005]. Publishing is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2003. 12 p.

16. Ruban, S.Iu., Borshch, O.V., Borshch O.O. (2017). Suchasni tekhnolohii vyrobnytstva moloka (osoblyvosti ekspluatatsii, tekhnolohichni rishennia, eskizni proekty) [Modern milk production technologies (features of exploitation, technological solutions, sketch designs)]. Kharkiv: FOP Brovin O.V., 172 p.

17. Perekrestova, H.V. (2018). Naukove ta eksperymentalne obruntuuvannia ekspluatatsii koriv riznykh porid ta pomisei v umovakh vysokotekhnolohichnoho kompleksu z vyrobnytstva moloka: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.04. [Scientific and experimental substantiation of exploitation of cows of various breeds and land in the conditions of high-tech milk production complex: Abstract. dissertation Candidate of Agricultural Sciences: 06.02.04.]. Dnipro, 20 p.

18. Pidpala, T. (2014). Tekhnolohichne seredovyshche i prystosovanist koriv [Technological environment and adaptability of cows]. Tvarynytstvo Ukrainy [AnimalhusbandryofUkraine]. no. 5, pp. 9–13.

19. Marykina, O.S. (2015). Obhruntuuvannia vykorystannia spetsializovanykh molochnykh porid riznoi selektsii za umov intensyvnoi tekhnolohii vyrobnytstva moloka: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.04. [The substantiation of the use of specialized breeds of milk of different breeds under the conditions of intensive milk production technology: the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.04.]. Mykolaiv, 19 p.

20. Zvoleiko, D.V. (2016). Vplyv riznykh typiv doilnykh ustanovok na protses molokoviddachi, produktyvnist koriv: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.04. [The influence of various types of milking plants on the milk yield process, productivity of cows: the author's abstract the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.04.]. Kharkiv, 21 p.

21. Palii, A.P. (2018). Obhruntuuvannia, rozrobka ta efektyvnist zastosuvannia innovatsiinykh tekhnolohii i tekhnichnykh rishen u molochnomu skotarstvi: avtoref. dys. ... dokt. s.-h. nauk: 06.02.04. [Justification, development and efficiency of application of innovative technologies and technical solutions in dairy cattle breeding: author's abstract. dissertation dots. s.-g. Sciences: 06.02.04.]. Mykolaiv, 55 p.

22. Borshch, O., Kriukova, L. (2018). Doinnia koriv u vidra chy molokoprovod: znaity optymalne rishennia [Milk of cows in bucket or dairy piping: find the best solution]. Tvarynytstvo [Livestock breeding]. Veterinary Medicine. no. 7–8, pp. 42–44.

23. Sitkowska, B., Piwczynski, D., Aerts, J., Waskowicz, M. (2015). Changes in milking parameters with robotic milking. Archiv fur tierzucht-archives of animal breeding. Vol. 58. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog>.

24. Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C., Barrasa, M. (2018). Long-term variability of bulk milk somatic cell and bacterial counts associated with dairy farms moving from conventional to automatic milking systems. Italian journal of animal science. Vol. 17, pp. 218–225. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

25. Tremblay, M., Hess, J.P., Christenson, B.M., McIntyre, K.K., (2016). Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. Journal of dairy science. Vol. 99, pp. 3824–3837. Available at: <https://www.journalofdairyscience.org>.

26. Paliy, A.P. (2016). Influence contamination of milking equipment on the quality milk. Sword Journal (Agriculture). Vol. 09. Available at: <http://www.swordjournal.com/e-journal/j11609.pdf>.

27. Tousowa, R. (2014). The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic systems. Journal of Central European Agriculture. Zagreb. Vol. 15, no. 4, pp. 115–123.

28. Tse, C., Barkema, H.W., DeVries, T. (2018). Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. The international journal of Animal Biosciences. Vol. 12, pp. 2649–2656.

29. Litwinchuk, Z., Krol, J., Brodziak, A. (2015). Factors determining the susceptibility of cows to mastitis and losses incurred by producers due to the disease – a review. Annals of animal science. Vol. 15, no. 4, pp. 819–831. Available at: <https://apps.woofknowledge.com/>.

30. Bentley, J.A., Tranel, L.F., Timms, L.L. (2018). Automatic milking systems (AMS). Producer surveys. Available at: <https://scholar.google.com.ua>.

31. Meskens, L., Vandermeresch, M., Mathijs, E. (2015). Implication of the introduction of automatic milking on dairy farms. *Agriculture and Human Values*. Vol. 38. Available at: <https://www.scholar.google.com.ua>.

32. Rebecca, L., Stuart, D. (2015). Diversity in agricultural technology adoption: How are automatic milking systems used and to what end? *Agriculture and Human Values*. Vol. 32, pp. 199–213. Available at: <https://link.springer.com/>.

Влияние доильных установок различных типов на качество и безопасность сырого молока

Вовкогон А.Г., Надточий В.Н., Калинина Г.П., Гребельник О.П., Федорук Н.Н., Загоруй Л.П., Галай О.Ю., Качан А.Д.

В статье отражены результаты сравнительных исследований показателей качества молока, полученного при доении в специализированных доильных залах на доильных установках типа «Параллель» и «Карусель», а также при доении в стойлах на доильной установке «Молокопровод».

Массовую долю жира, белка, сухих веществ и сухого обезжиренного молочного остатка, плотность, титруемую и активную кислотность, термостойкость и точку замерзания определяли по общепринятым методикам. Электропроводность молока определяли с помощью аналитического прибора MD-20 MAS-D-TEC. Общее количество бактерий в молоке определяли по редуктазной пробе с резазурином и методом посева в чашках Петри. Сыропригодность молока определяли по бродильной и сычужно-бродильной пробам.

Установлены несколько высшие показатели массовой доли жира, белка и сухих веществ в молоке, полученном в специализированных доильных залах.

Молоко, полученное на доильной установке типа «Молокопровод», имеет высшие показатели титруемой кислотности, поэтому, и ниже термостойкость по сравнению с молоком, полученным на установках типа «Параллель» и «Карусель».

Установлено повышение общего количества бактерий в молоке, полученном при доении коров в стойлах по сравнению с молоком, полученным в специализированных доильных залах.

Повышение удельной электропроводности на 1,8 мС/см выше нормативного среднего показателя 4,6 мС/см в молоке, полученном на доильной установке типа «Карусель», указывает на субклиническую форму мастита у коров или на возможные нарушения параметров эксплуатации доильной установки «Карусель».

Ключевые слова: технология, качество и безопасность молока, доение, доильные установки, доильный зал, бактериальное обсеменение.

The influence of different types of milking units on milk quality and safety

Vovkohon A., Nadtochii V., Kalinina H., Hrebelnyk O., Fedoruk N., Zagoruy L., Halai O., Kachan A.

The article highlights comparative research results of milk quality indices obtained from the milking in specialized milking halls with such milking units as «Parallel», «Carousel» or in stalls with the milking unit «Molokoprovid».

The fat and protein mass fraction, dry matter and fat-free dry matter, density, titratable and active acidity, heat resistance and freezing point have been determined according to the accepted techniques. The electrical conductivity of milk has been determined by using the analytical device MD-20 MAS-D-TEC. The total amount of milk bacteria has been determined by reductase reduction test and by seeding method in Petri dish. The milk quality has been investigated by the fermentation and rennet fermentation tests.

The higher indices of the fat mass fraction, the protein mass fraction and the dry substance concentration of milk, obtained in specialized milking halls, have been established. This is not statistically significant.

Milk, obtained from the milking unit «Molokoprovid», has higher index of titratable acidity, lower thermal stability in comparison with milk, obtained from specialized milking halls with milking units «Parallel» and «Carousel».

It has been determined that there is the bacteria insemination increase in milk received from milking cows in stalls in comparison with milk, obtained from milking in specialized halls.

Milk, obtained from the milking unit «Carousel», indicates the subclinical form of mastitis in cows or «Carousel» operation violation if there is in 1,8 mS/cm conductivity increase above average index 4,6 mS/cm.

Key words: technology, quality and safety of milk, milking, milking unit, milking hall, bacterial insemination.

Надійшла 12.04.2019 р.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 637.146.3

ВОВКОГОН А.Г.

МЕРЗЛОВ С.В.

НЕПОЧАТЕНКО А.В.

МЕРЗЛОВА Г.В.

Білоцерківський національний аграрний університет

ТЕРМІН СКВАШУВАННЯ МОЛОКА ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗИ ІММОБІЛІЗОВАНИХ ЗАКВАСОК ЙОГУРТУ

Потрапляння у молоко антибіотиків погіршує його властивість як сировини для виробництва кисломолочних продуктів, у тому числі йогурту. Дієвим способом підвищення стійкості клітин мікроорганізмів закваски для йогурту до інгібувальних факторів є їх іммобілізація на органічних носіях, які є харчовими добавками.

Проведено дослідження щодо встановлення впливу різних доз іммобілізованої на модифікованому пектині та модифікованому желатині закваски для йогурту на час утворення молочного згустку та показники титрованої кислотності готового продукту. За 8-годинного термостатування зсідання молока (200 см³ одна проба) було виявлено у зразках, куди вносили від 60 і вище мг іммобілізованої на модифікованому пектині та 80 і вище мг іммобілізованої на модифікованому желатині закваски йогурту. Використання низьких доз іммобілізованих заквасок (10–30 мг на 200 см³ молока) не давало змоги отримувати молочний згусток упродовж 10 годин термостатування.

Найшвидше утворення молочного згустку було виявлено у пробах молока, до яких додавали по 160 мг іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту. Час сквашування становив 4,3 години. За такої самої дози іммобілізованої на модифікованому желатині закваски молочний згусток у пробах було ідентифіковано через 5,1 години від початку термостатування. Доведено, що за 8-годинного термостатування оптимальна титрована кислотність була у йогуртах, де застосовували від 60 до 100 мг на 200 см³ молока іммобілізованої на модифікованому пектині та від 80 до 130 іммобілізованої на модифікованому желатині закваски. Експериментально підтверджено, що для виготовлення якісних за сенсорними показниками йогуртів можливо використовувати на 23,0–25,0 % менше іммобілізованої на модифікованому пектині закваски, ніж закваски, іммобілізованої на модифікованому желатині.

Використовуючи ряд розрахункових методів було виведено функції встановлення оптимальних доз іммобілізованих заквасок для одержання регламентованої титрованої кислотності протягом певного часу.

Ключові слова: йогурт, закваска, іммобілізація, модифікований пектин, модифікований желатин, титрована кислотність, час сквашування.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-126-134

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Серед кисломолочних напоїв йогурти посідають провідне місце за попитом у населення України. З кожним роком дедалі більше йогуртів виробляють у домашніх умовах за допомогою готових сухих бактеріальних заквасок. Використання недоброякісної сировини (молоко, що містить антибіотики та інші сполуки, які негативно діють на молочнокислі бактерії) призводить до того, що закваски не проявляють своєї дії [1]. Тому в НДІ харчових технологій Білоцерківського НАУ розроблено ряд препаратів стабілізованих заквасок для йогурту. Однак невивченим залишається питання встановлення оптимальної дози використання іммобілізованої на модифікованому пектині та модифікованому желатині закваски для йогурту.

Антимікробні засоби, незалежно від форми введення дійним коровам (аліментарно, внутрішньом'язово, у молочну залозу), переходять у молоко і створюють великі проблеми під час виробництва кисломолочних продуктів, де використовується жива культура бактерій. Споживання молочних продуктів з умістом антибіотиків негативно впливає на здоров'я людей. Низька концентрація антибіотиків здійснює бактеріостатичну дію, а висока – бактерицидну дію щодо мікроорганізмів заквасок для йогурту [2–6].

Існує ряд способів підвищення стійкості корисних бактерій до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища. Наприклад, стабілізація методом іммобілізації клітин мікроорганізмів. Одним із поширених способів є сорбція мікроорганізмів на поверхню носія і розміщення у гелі, утворені з матриці [7, 8].

Ефективність дії заквасок для кисломолочних продуктів можна проводити різними методами. Контроль процесу утворення молочного згустку під час виробництва кисломолочних харчових продуктів (сметана, кефір, ряжанка та йогурт) зазвичай здійснюють за нормативною методикою визначення титрованої кислотності, що виражається в °Т. Також постійно проводять органолептичну оцінку, де враховують консистенцію і якість згустку [9].

Метою роботи є дослідження способу підвищення стійкості клітин мікроорганізмів закваски для йогурту до інгібувальних факторів шляхом їх іммобілізації на органічних носіях, які є харчовими добавками.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження модельного характеру виконували в лабораторних умовах. Перевірку дії іммобілізованих заквасок для йогурту перевіряли, використовуючи нормалізоване молоко корів з масовою часткою жиру 3,2 % та титрованою кислотністю 18,7 °Т. Для кожної дози закваски відміряли проби молока по 200,0 см³ у чотирьох повторностях (табл. 1).

Іммобілізовану на модифікованому пектині закваску для йогурту вносили у підготовлене молоко у кількості від 10 до 160 мг на 200,0 см³. Закваску, іммобілізовану на модифікованому желатині, використовували в аналогічних дозах.

Таблиця 1 – Схема дослідів зі стабілізованими заквасками для йогурту

Група проб	Об'єм молока, см ³	Маса закваски, мг	
		Іммобілізована на пектині	Іммобілізована на желатині
I	200,0	10	10
II	200,0	20	20
III	200,0	30	30
IV	200,0	40	40
V	200,0	50	50
VI	200,0	60	60
VII	200,0	70	70
VIII	200,0	80	80
IX	200,0	90	90
X	200,0	100	100
XI	200,0	110	110
XII	200,0	120	120
XIII	200,0	130	130
XIV	200,0	140	140
XV	200,0	150	150
XVI	200,0	160	160

Після внесення у підігріте до 37 °С молоко різних доз іммобілізованих заквасок проби поміщали у термостат на 8 годин (I етап). Проби, де не утворився згусток, знову поміщали на 8 годин (II етап термостатування). Температуру у термостаті витримували на рівні 35,5–36,5 °С. Контроль процесу сквашування проводили через кожні 10 хвилин фіксували час утворення першого згустку. Титровану кислотність йогурту визначали за ГОСТ 3624 [10, 11]. У процесі наукового дослідження було використано метод регресійного аналізу, метод чисельного знаходження мінімумів з однією та двома змінними [12].

Результати дослідження. Сформований згусток є важливим показником якості готового йогурту. Ефективність утворення згустку молока за дії різних доз іммобілізованих заквасок перевіряли на 8-му годину ферментування. Застосування 10 мг іммобілізованої на пектині закваски йогурту (I група проб) не дало змогу отримати сформований згусток (табл. 2).

За використання від 20 до 50 мг на 200 см³ молока іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту не було виявлено стандартного формування згустків. Внесення 50 мг закваски на 8-му годину термостатування зумовлювало лише утворення білкових тяжів. Підвищення дози закваски, де роль матриці виконував модифікований пектин, до 60 мг на 200 см³ молока дало змогу отримати досить щільний молочний згусток, який відповідав нормативним вимогам. Зсідання спостерігали також у молоці, у яке вносили від 70 до 160 мг закваски.

Використання низьких доз закваски йогурту, іммобілізованої на модифікованому желатині (10–70 мг на 200 см³ молока), унеможливило отримання молочного згустку. Щільний згусток молока було виявлено у пробах, де застосовували від 80 до 160 мг закваски, іммобілізованої на модифікованому желатині.

Таблиця 2 – Наявність сформованого згустку на 8-му годину термостатування

Група проб	Використана закваска	
	Імобілізована на пектині	Імобілізована на желатині
I	-	-
II	-	-
III	-	-
IV	-	-
V	-	-
VI	+	-
VII	+	-
VIII	+	+
IX	+	+
X	+	+
XI	+	+
XII	+	+
XIII	+	+
XIV	+	+
XV	+	+
XVI	+	+

Примітка: «-» – згусток відсутній, «+» – утворений згусток.

Внесення найменшої дози іммобілізованої на модифікованому пектині закваски йогурту зумовлювало утворення молочного згустку через 12,3 години від початку експерименту. Підвищення дози закваски до 20 мг дало змогу скоротити час утворення згустку на одну годину (табл. 3).

Таблиця 3 – Час утворення молочного згустку, год

Група проб	Використана закваска	
	Імобілізована на пектині	Імобілізована на желатині
I	12,3±0,24	13,3±0,21
II	11,3±0,34	13,0±0,12
III	10,2±0,12	11,4±0,23
IV	9,3±0,32	11,0±0,17
V	8,4±0,22	9,3±0,12
VI	7,3±0,11	9,0±0,09
VII	7,1±0,18	8,3±0,05
VIII	6,3±0,10	7,5±0,13
IX	6,1±0,09	7,5±0,16
X	5,5±0,13	7,0±0,12
XI	5,3±0,12	6,5±0,11
XII	5,2±0,18	6,3±0,06
XIII	5,0±0,10	6,0±0,08
XIV	5,0±0,13	5,5±0,14
XV	4,9±0,17	5,3±0,18
XVI	4,3±0,07	5,1±0,11

Понад 8 годин не формувався згусток молока у III–V групах проб. У цих варіантах утворення згустку відмічали через 8,4–10,2 години після внесення закваски. Найшвидше був сформований згусток у пробах, до яких вносили по 160 мг закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині на 200 см³ молока.

Застосування 10 мг закваски йогурту, іммобілізованої на модифікованому желатині, призводило до збільшення часу утворення згустку на одну годину, порівняно з варіантом, де використовували таку саму кількість закваски, стабілізованої на модифікованому пектині. Аналогічно, використання 20–50 мг закваски, де як носій слугував модифікований желатин, подовжувало час формування згустку на 1,1–2,3 години, відносно такої самої маси закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині. Підвищення дози закваски на модифікованому желатині до 70 мг на 200 см³ молока не дає змоги отримати йогурт з якісним згустком. За найбільшої дози закваски йогурту, іммобілізованої на модифікованому желатині, утворення згустку було зафіксовано через 5,1 години після її внесення. Встановлено, що із підвищенням дози іммобілізова-

ної закваски час утворення згустку молока зменшується. Використання закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині, дає змогу швидше отримати йогурт з бажаними органолептичними характеристиками.

Досліджуючи титровану кислотність продуктів сквашування на 8-му годину ферментування, встановлено, що оптимальна кислотність була у йогуртах, на виготовлення яких використано від 60 до 100 мг закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині. Внесення високих доз закваски – від 110 до 160 мг на 200 см³ молока – призводить до зростання титрованої кислотності у йогурті понад 90 °Т (табл. 4).

Найнижчу титровану кислотність спостерігали у молоці, де застосовували по 10 мг закваски, іммобілізованої на різних носіях. Показник становив 30,1 та 39,9 °Т. Кислотність молока у II, III, IV та V групах проб у разі сквашування закваскою, іммобілізованою на модифікованому желатині, була меншою відповідно на 19,3 %; 18,3; 14,9 та 13,7 % відносно продукту, для сквашування якого застосовували закваску, іммобілізовану на модифікованому пектині.

Таблиця 4 – Титрована кислотність кінцевого продукту на 8-му годину сквашування, °Т

Група проб	Використана закваска	
	Іммобілізована на пектині	Іммобілізована на желатині
I	39,9±1,54	30,1±2,03
II	48,5±0,78	39,1±1,09
III	49,3±1,55	40,3±0,67
IV	52,3±0,96	44,5±0,97
V	58,3±2,08	50,3±1,45
VI	87,4±0,89	52,2±1,78
VII	88,1±2,67	67,8±2,23
VIII	88,9±2,76	81,8±1,33
IX	90,3±0,56	84,3±1,56
X	90,7±0,78	87,2±0,75
XI	91,7±1,65	87,9±3,03
XII	91,6±1,97	90,3±0,78
XIII	92,2±0,67	90,0±0,59
XIV	93,1±3,06	92,1±1,65
XV	93,5±1,33	92,9±1,45
XVI	94,0±0,95	93,2±2,78

Оптимальна титрована кислотність була у йогуртах, під час виготовлення яких використано від 80 до 130 мг закваски, іммобілізованої на модифікованому желатині. Використання закваски для йогурту, іммобілізованої на модифікованому пектині, у VIII–XVI групах сприяє одержанню готових продуктів з вищою титрованою кислотністю порівняно з йогуртами, виготовленими з використанням закваски, іммобілізованої на модифікованому желатині.

Розрахунковим методом визначали аналітичний вид апроксимуючих функцій.

Встановили, яка аналітична функція може відповідати залежності часу утворення згустку від маси закваски. Ця функція має обернено пропорційну залежність від маси. Вона може бути або експоненціальною, або гіперболічною. Експоненціальна має вигляд:

$$T(m) = \exp(a_0 + a_1 m), \quad (1)$$

де a_0, a_1 – параметри функції, які не змінюються в межах досліджуваного часового ряду.

Параметри експоненціальної регресії знаходимо за методом найменших квадратів (МНК), попередньо перетворюючи (1) в лінійну регресію:

$$\ln(T(m)) = a_0 + a_1 m, \quad (4)$$

$$z = a_0 + a_1 m, \quad (5)$$

де $z = \ln(T(m))$,

З МНК отримуємо [1]:

$$a_1 = (\bar{mz} - \bar{m} \cdot \bar{z}) / (\bar{m}^2 - (\bar{m})^2); a_0 = \bar{z} - a_1 \bar{m}, \quad (6)$$

де $\bar{mz} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i z_i}{n}$; $\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}$; $\bar{z} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n}$; $\bar{m}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2}{n}$; m – обсяг вибірки.

Спадаюча експоненціальна регресія (3) при $t \rightarrow \infty$ асимптотично наближається до нуля, але коли статистичні дані не відповідають такій асимптоті, то в останньому випадку нами запропоновано використовувати модифіковану експоненціальну регресію [13, 14]:

$$T_1(m, c) = \exp[a_0(c) + a_1(c) \cdot m] + c, \quad (7)$$

де C – коефіцієнт, який відповідає асимптотичному значенню.

Параметри модифікованої експоненціальної регресії знаходимо аналогічно (4) – (6), а параметр C знаходимо чисельним методом, з мінімуму середньої абсолютної відсоткової помилки апроксимації:

$$MAPE(c) = \frac{100\%}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left| \frac{E(m, c)_i}{T_{1e}(m)_i} \right|, \quad (8)$$

де $E(m, c) = T_{1e}(m) - T_1(m, c)$ різниця між статистичними та регресійними значеннями часу утворення згустку для певної маси закваски m

Гіперболічна регресія має наступну залежність від маси закваски [15]:

$$T_2(m) = a_2 + \frac{a_3}{m}. \quad (9)$$

Роблячи заміну змінної $t = 1/m$, отримуємо з (9) лінійну регресію:

$$T_2(m) = a_2 + a_3 \cdot t, \quad (10)$$

параметри якої знаходимо за методом найменших квадратів аналогічно (6).

Під час визначення залежності титрованої кислотності йогурту від маси іммобілізованої закваски враховували, що кислотність залежить від кількості стабілізованих мікроорганізмів, яка відповідає логістичній функції Перла – Ріда, а оскільки кислотність молока дорівнює C_1 , то використовували модифіковану регресію Перла – Ріда [13, 16]:

$$N(m, N_m) = \frac{N_m}{1 + \exp(a_2 - a_3 \cdot m)} + c_1, \quad (11)$$

де N_m – максимальне асимптотичне значення регресії.

Для того, щоб визначити зі статистичних даних параметри логістичної регресії, перетворювали (11) в лінійну регресію [13]:

$$\frac{N_m}{N_e(m) - c_1} - 1 = \exp(a_2 - a_3 \cdot m), \quad (12)$$

$$Z(m, N_m) = a_2(N_m) - a_3(N_m) \cdot m, \quad (13)$$

де $Z(m, N_m) = \ln\left(\frac{N_m}{N_e(m) - c_1} - 1\right)$.

Параметри лінійної регресії (13) $a_2(N_m)$ і $a_3(N_m)$ знаходили за методом МНК аналогічно (6), параметр N_m визначали чисельним методом з умови мінімуму середньої абсолютної відсоткової помилки апроксимації:

$$MAPE(N_m) = \frac{100\%}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left| \frac{E(m, N_m)_i}{N_e(m)_i} \right|, \quad (14)$$

де $E(m, N_m) = N_e(m) - N(m, N_m)$ різниця між експериментальним та регресійним значенням титрованої кислотності для конкретної маси закваски.

На основі проведеного регресійного аналізу експериментальних даних з визначення часу утворення молочного згустку залежно від маси закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині та желатині (табл. 3), встановлено, що їм відповідають модифіковані експоненціальні регресії (рис. 1):

$$T_{1p}(m, c) = \exp[a_{0p}(c) + a_{1p}(c) \cdot m] + c_p, \quad (15)$$

$$T_{1g}(m, c) = \exp[a_{0g}(c) + a_{1g}(c) \cdot m] + c, \quad (16)$$

де m – маса закваски, $a_{0p} = 2,357$, $a_{1p} = -0,016$, $c_p = 3,913$, $MAPE_p = 2,482\%$;

$a_{0g} = 2,444$, $a_{1g} = -0,011$, $c_g = 3,23$, $MAPE_g = 1,996\%$.

Помилка апроксимації в межах експериментальної похибки.

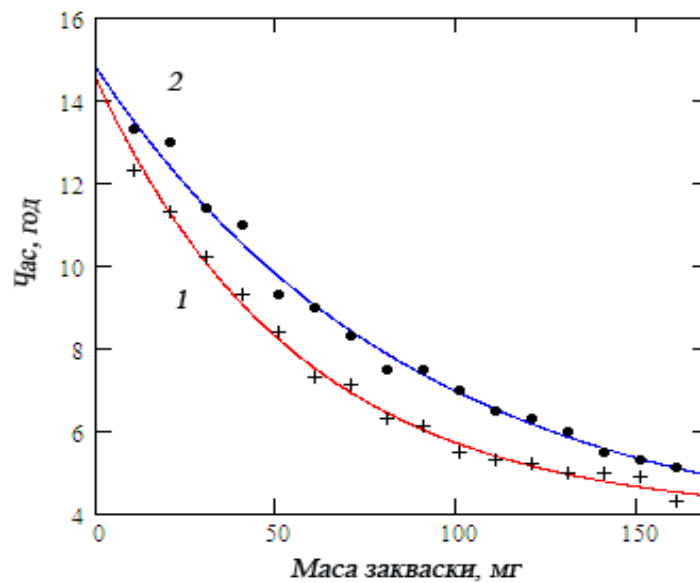


Рис. 1. Залежність часу утворення молочного згустку від маси закваски $T_p(1), T_g(2)$.

Щодо гіперболічної регресії встановлено, що вона не відповідає експериментальним дослідженням залежності утворення молочного згустку від маси закваски.

За регресійного дослідження залежності титрованої кислотності йогурту від маси закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині та желатині, встановлено, що їм відповідають модифіковані регресії Перла – Ріда (рис. 2).

$$N_p(m, N_{mp}) = \frac{N_{mp}}{1 + \exp(a_{2p} - a_{3p} \cdot m)} + c_1, \quad (17)$$

$$N_g(m, N_{mg}) = \frac{N_{mg}}{1 + \exp(a_{2g} - a_{3g} \cdot m)} + c_1, \quad (18)$$

де $a_{2p} = 1,342$, $a_{3p} = 0,044$, $N_{mp} = 76,107$, $c_1 = 18$, $MAPE_p = 5,26\%$;

$a_{2g} = 2,072$, $a_{3g} = 0,04$, $N_{mg} = 76,239$, $MAPE_g = 4,228\%$.

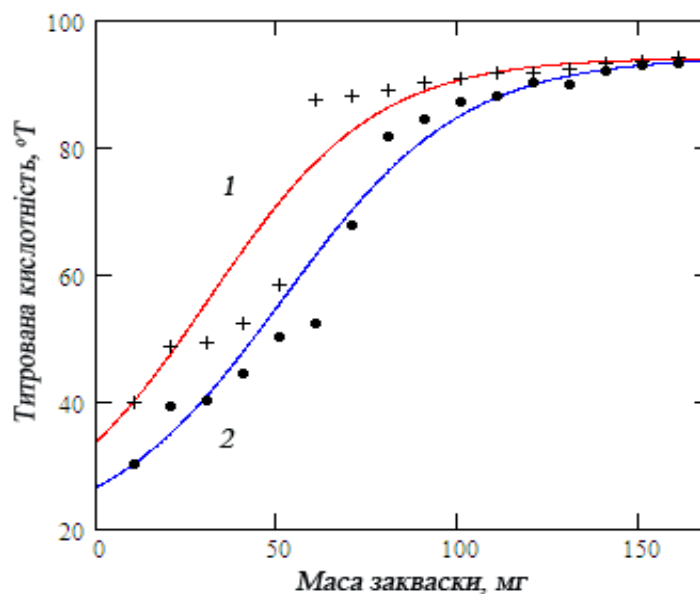


Рис. 2. Залежність величини титрованої кислотності кінцевого продукту від маси закваски $N_p(1), N_g(2)$.

З регресій (17) і (18) можна визначити масу закваски m_x для наперед заданої кислотності N_x :

$$m_x = \frac{a_2 - \ln\left(\frac{N_m}{N_x - 18} - 1\right)}{a_3}, \quad (19)$$

а знаючи m_x , з регресій (15) або (16) можливо вирахувати час початку утворення молочного згустку відповідно для закваски, іммобілізованої на пектині або желатині.

Висновки. Виготовлення йогурту протягом 8 годин термостатування можливе за використання закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині у дозах від 60 до 100 мг на 200 мл молока корів. Для виготовлення йогурту закваски, іммобілізованої на модифікованому пектині, необхідно на 25,0 % менше, ніж закваски, іммобілізованої на модифікованому желатині. За допомогою регресійного аналізу, методу чисельного знаходження мінімумів з однією та двома змінними було відпрацьовано формули для визначення впливу маси іммобілізованої закваски на час утворення молочного згустку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ahmet Erdogan., Mustafa Gurses., and Selahattin Sert. Some Quality Criteria of Yogurt Made from Milk Added with Antibiotic at Different Levels. 2001. Vol. 4 (7). P. 886–887. Doi: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.886.887>.
2. Brunton L.A., Duncan D., Coldham N.G., Snow L.C., Jones J.R. A survey of antimicrobial usage on dairy farms and waste milk feeding practices in England and Wales. Vet Rec. 2012 Sep 22. 171(12). 296 p.
3. Mollenkopf D.F., Glendening C., Wittum T.E., Funk J.A., Tragesser L.A., Morley P.S. Association of dry cow therapy with the antimicrobial susceptibility of fecal coliform bacteria in dairy cows. Prev Vet Med. 2010 Aug 1. 96(1-2). P. 30–35. Doi: <https://doi.org/10.1016>.
4. Wagner S., Erskine R. In: Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. 4. Giguère S, Prescott J.D., Baggot R.D., et al, editor. Oxford, Blackwell; 2006. Antimicrobial drug use in bovine mastitis.
5. Brunton L.A., Reeves H.E., Snow L.C., Jones J.R. A longitudinal field trial assessing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing *Escherichia coli* in calves. Prev Vet Med. 2014. Nov 15. 117(2). P. 403–412. Doi: <https://doi.org/10.1016>.
6. Passantino A. Ethical aspects for veterinarians regarding antimicrobial drug use in Italy. Int J Antimicrob Agents. 2007. 29. P. 240–244. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2006.09.023>.
7. Zeynab Bayat., Mehdi Hassanshahian., and Simone Cappello. Immobilization of Microbes for Bioremediation of Crude Oil Polluted Environments: A Mini Review. 2015. Vol. 9. P. 48–54. Doi: <https://doi.org/10.2174/1874285801509010048>.
8. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. Біотехнологія: підручник. 2006. С. 240–380.
9. Сажин Г.Ю., Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов. М.: Агропромиздат, 2006. 463 с.
10. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
11. ГОСТ 3624–92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Введ. 01.01.94. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. 8 с.
12. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М. 1962.
13. Guorfi L., Kohler M., Krzyzak A. Walk H.A. Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression. Springer, New York, 2002.
14. Непочатенко А., Непочатенко В. Економіко-математичне моделювання величини витрат під час збору врожаю залежно від потужності двигуна зернозбирального комбайну. Економіка та управління АПК: зб. наук. праць. Біла Церква. 2013. Вип. 11 (106). С. 130–136.
15. Bates D. and D. Watts. Nonlinear Regression and its Applications. John Wiley and Sons, NY. 1988. 102 p.
16. Ramos R. Logistic function as a forecasting model: its application to business and economics. International Journal of Engineering and Applied Sciences. 2013. 2(3). P. 29–36.

REFERENCES

1. Ahmet, Erdogan., Mustafa, Gurses., Selahattin, Sert. (2001). Some Quality Criteria of Yogurt Made from Milk Added with Antibiotic at Different Levels. Vol. 4 (7), pp. 886–887. Available at: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.886.887>.
2. Brunton, L.A., Duncan, D., Coldham, N.G., Snow L.C., Jones J.R. (2012). A survey of antimicrobial usage on dairy farms and waste milk feeding practices in England and Wales. Vet Rec. Sep 22, 171(12), 296 p.
3. Mollenkopf, D.F., Glendening, C., Wittum, T.E., Funk, J.A., Tragesser, L.A., Morley, P.S. (2010). Association of dry cow therapy with the antimicrobial susceptibility of fecal coliform bacteria in dairy cows. Prev Vet Med. Aug 1, 96 (1-2), pp. 30–35. Available at: <https://doi.org/10.1016>.
4. Wagner, S., Erskine, R. In: Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. 4. Giguère S, Prescott J.D., Baggot R.D., et al, editor. Oxford, Blackwell, 2006. Antimicrobial drug use in bovine mastitis.
5. Brunton, L.A., Reeves, H.E., Snow, L.C., Jones, J.R. (2014). A longitudinal field trial assessing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing *Escherichia coli* in calves. Prev Vet Med. Nov 15, 117(2), pp. 403–412. Available at: <https://doi.org/10.1016>.
6. Passantino, A. (2007). Ethical aspects for veterinarians regarding antimicrobial drug use in Italy. Int J Antimicrob Agents. 29, pp. 240–244. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2006.09.023>.

7. Zeynab, Bayat., Mehdi, Hassanshahian., Simone, Cappello. (2015). Immobilization of Microbes for Bioremediation of Crude Oil Polluted Environments: A Mini Review. Vol. 9, pp. 48–54. Available at: <https://doi.org/10.2174/1874285801509010048>.
8. Gerasymenko, V.G., Gerasymenko, M.O., Cvilihovs'kyj, M.I. (2006). Biotehnologija: pidruchnyk [Biotechnology: a textbook]. pp. 240–380.
9. Sazhinov, G.Ju., Tverdohleb, G.V. (2006). Tehnologija moloka i molochnih produktov [Technology of milk and dairy products]. Moscow, Agropromizdat, 463 p.
10. DSTU 4343:2004. Jogurti. Zagal'ni tehnicni umovi [Yogurt. General technical conditions]. Kyiv, Derzhspozhyvstandard of Ukraine, 2005. 10 p.
11. GOST 3624–92. Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredelenija kisljotnosti. Vved. 01.01.94. [Milk and dairy products. Titrimetric methods for the determination of acidity. Enter 01/01/94.]. Moscow, IPK Standards publishing house, 1996. 8 p.
12. Linnik, Ju.V. Metod naimen'shij kvadratov i osnovy matematiko-statisticheskoy teorii obrabotki nabljudenij [The method of least squares and the basics of the mathematical-statistical theory of processing observations]. M. 1962.
13. Guorfi, L., Kohler, M., Krzyzak, A. Walk, H.A. Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression. Springer, New York, 2002.
14. Nepochatenko, A., Nepochatenko, V. (2013). Ekonomiko-matematichne modelyuvannya velichini vitrat pid chas zboru vrozhayu zalezno vid potuzhnosti dviguna zernozbiralnogo kombajnu [Economic-mathematical modeling of the cost of harvesting costs depending on the engine power of the combine harvester]. Economy and Administration of the ARC: Sb. sciences works. Bila Tserkva, Issue 11 (106), pp.130–136.
15. Bates, D., Watts, D. (1988). Nonlinear Regression and its Applications. John Wiley and Sons, NY. 102 p.
16. Ramos, R. (2013). Logistic function as a forecasting model: its application to business and economics. International Journal of Engineering and Applied Sciences. 2(3), pp. 29–36.

Установка времени сквашивания молока в зависимости от содержания иммобилизованных заквасок йогурта

Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В., Непочатенко А. В., Мерзлова Г. В.

Попадание в молоко антибиотиков ухудшает его качество как сырья для производства кисломолочных продуктов, в том числе йогурта. Действенным способом повышения устойчивости клеток микроорганизмов закваски для йогурта к ингибирующим факторам является их иммобилизация на органических носителях, которые являются пищевыми добавками.

Проведены исследования по установлению влияния различных доз иммобилизованной на модифицированном пектине и модифицированном желатине закваски для йогурта на время образования молочного сгустка и показатели титруемой кислотности готового продукта. За 8-часового термостатирования обращения молока (200 см³ одна проба) было обнаружено в образцах, куда вносили от 60 и выше мг иммобилизованной на модифицированном пектине и 80 и выше мг иммобилизованной на модифицированном желатине закваски йогурта. Использование низких доз иммобилизованных заквасок (10–30 мг на 200 см³ молока) не позволяло получать молочный сгусток в течение 10 часов термостатирования.

Самое быстрое образование молочного сгустка было обнаружено в пробах молока, к которым добавляли по 160 мг иммобилизованной на модифицированном пектине закваски йогурта. Время сквашивания составило 4,3 часа. При той же дозе иммобилизованной на модифицированном желатине закваски молочный сгусток в пробах было идентифицировано через 5,1 часа от начала термостатирования. Доказано, что при 8-часовом термостатировании оптимальная титруемая кислотность была в йогуртах, где применяли от 60 до 100 мг на 200 см³ молока иммобилизованной на модифицированном пектине и от 80 до 130 иммобилизованной на модифицированном желатине закваски. Экспериментально подтверждено, что для изготовления качественных по сенсорным показателям йогуртов можно использовать на 23,0–25,0 % меньше иммобилизованной на модифицированном пектине закваски чем закваски, иммобилизованной на модифицированном желатине.

Используя ряд расчетных методов были выведены функции установления оптимальных доз иммобилизованных заквасок для получения регламентированной титруемой кислотности в течение определенного времени.

Ключевые слова: йогурт, закваска, иммобилизация, модифицированный пектин, модифицированный желатин, титруемая кислотность, время сквашивания.

Fixing the time of the milk ripening depending on the content of immobilized yoghurt ferment

Vovkogon A.G., Merzlov S.V., Nepochatenko A.V., Merzlova G.V.

The process of getting antibiotics into the milk makes its property worse as a raw material for the production of dairy products including yogurt. An effective way to increase the resistance of microorganisms of yeast to yogurts by inhibiting factors is to immobilize them on organic carriers that are food additives.

The researches have been conducted in order to determine the effects of various doses of immobilized modified pectin and modified gelatin ferment for yogurt at the time of the milk coagulum formation and also indexes of titrated acidity of the finished product. For 8 hours of thermostat treatment of milk (200 cm³ single sample) there were found in samples from 60 and above mg immobilized on modified pectin and 80 and above mg immobilized on modified gelatin yeast ferment. The use of low doses of immobilized starter (10-30 mg per 200 cm³ of milk) did not allow to receive a milk coagulum for 10 hours of thermostat.

The fastest formation of the milk bundle was detected in milk samples, About 160 mg of yogurt ferment immobilized on a modified pectin were added to these samples. The time for hardening was 4.3 hours. At the same dose of fermentation immobilized on modified gelatin, the milk coagulum in samples was identified within 5.1 hours from the beginning of the thermostat. It has been proved that for 8 hours of thermostat the optimum titratable acidity was in yoghurts where 60 to

100 mg per 200 cc of immobilized milk on modified pectin and there were used from 80 to 130 mg of ferment immobilized on modified gelatin. It has been experimentally confirmed that it is possible to use ferment immobilized on modified pectinless on 23,0-25,0 % than the fermentation immobilized on modified gelatin for the production of qualitative sensory parameters of yoghurts.

Using a number of calculation methods, there were getting the functions of establishing the optimal doses of immobilized starter cultures for obtaining regulated titrated acidity for a certain time.

Keywords: yogurt, ferment, immobilization, modified pectin, modified gelatin, titrated acidity, fermentation time.

Надійшла 20.03.2019 р.

УДК 606:577.118:595.771

МЕРЗЛОВ С.В.

БЕЗПАЛИЙ І.Ф.

КОРОЛЬ-БЕЗПАЛА Л.П.

Білоцерківський національний аграрний університет

lesy25@ukr.net

**ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ
УМОВ РОЗВЕДЕННЯ І РОЗВИТКУ ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS***

Вирощування личинок *Chironomus* у штучних умовах передбачає створення в приміщенні необхідних умов, які забезпечують біологічні особливості їх розмноження, росту і розвитку. Личинка *Chironomus* є біологічно цінним кормом і джерелом білка для молодняку багатьох видів риб, що визначає підвищений попит на цей вид природного корму.

У статті представлено результати досліджень щодо встановлення оптимального співвідношення маси води і маси поживного середовища для личинок *Chironomus* та доведено вплив допоміжних засобів на відкладання яєць комахами *Chironomus*.

Дослідження проводили в умовах віварію науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва БНАУ. Використовували статистичні методики та методи спостереження для встановлення оптимальних технологічних параметрів.

Найбільше збереження личинок *Chironomus* спостерігали у поживному середовищі, де співвідношення маси води до маси мулу становило 1:5 та 1:6. Кількість личинок у цих варіантах була більшою на 5,6 % порівняно з контролем (співвідношення води до мулу – 1:2). У середовищі, де співвідношення маси мулу і маси води становило 1:1, загинув більшість личинок *Chironomus* була найбільшою.

Використання в поживному середовищі допоміжних засобів має позитивний вплив на відкладання яєць *Chironomus*. Після промивання поживного середовища було встановлено, що оптимальна кількість допоміжних засобів становить 40 шт. (20 плаваючих і 20 занурених у мул). Їх застосування дає змогу збільшити кількість відкладених яєць у 1,2 раза.

Ключові слова: мул, біотехнологія вирощування личинок *Chironomus*, допоміжні засоби, співвідношення води до мулу, виживання личинки *Chironomus*, вода.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-135-141

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Важливе завдання сучасної аквакультури – одержання великої кількості якісного рибопосадкового матеріалу та рибопродукції. Вирощування риби пов'язане з низкою умов, у тому числі повноцінною годівлею, пошуком якісних та біологічно повноцінних кормів. До них належать живі корми – сукупність рослинних та тваринних гідробіонтів [1, 8, 12].

Деякі види гідробіонтів постійно знаходяться у товщі води, інші – мешкають на дні або зариваються у донні ґрунти, фіксуються на підводних частинах рослин [4, 19].

До найбільш розповсюджених представників гідробіонтів, які характеризуються великою витривалістю до несприятливих чинників середовища та беруть участь у самоочищенні водойм, належать личинки *Chironomus* [2, 9, 14].

Личинки *Chironomus* – це одна із стадій розвитку комарів родини *Chironomidae* (клас комах, підклас новокрилі, тип членистоногі, ряд двокрилі). Біомаса личинок *Chironomus* містить 12,8 % сухої речовини, з якої 48,5 % – білок, 10,9 – жири та 19,0 % – вуглеводи.

Представники роду *Chironomus* заселяють найрізноманітніші водойми – від калюж до водосховищ. Личинки *Chironomus* мешкають у мулі зарослих рослинами ставків, сильно забруднених водоймів, озер і струмків. Мул є джерелом поживних речовин для личинок [5, 10, 11].

Крім того, очерет, водорості, органічні рештки тощо на воді є механічними допоміжними засобами, які комарі використовують для відкладання яєць. На відкладання яєць у мул впливає наявність і кількість води над ним [3, 15, 21].

Питання щодо оптимального впливу співвідношення маси мулу і води та оптимальної кількості допоміжних засобів на воді для відкладання яєць і розвитку личинок *Chironomus* у штучних умовах наразі детально не вивчено.

Культивування личинок *Chironomus* передбачає створення в закритих приміщеннях необхідних умов для проходження всіх етапів росту і розвитку культури, зокрема запліднення, відк-

ладання яєць, живлення, росту личинок, лялечок, утворення та виліту імаго [6, 13, 22]. У вітчизняній та зарубіжній літературі зустрічаються поодинокі дані щодо культивування личинки *Chironomus* у штучних умовах. Сьогодні в деяких країнах світу розведення личинок *Chironomus* в природних умовах неможливе, це пов'язане з природно-кліматичними умовами (висока температура повітря, мала кількість водойм країни). Тому проводять дослідження щодо вирощування личинки *Chironomus* у штучних умовах, зокрема в теплицях [17, 20].

Від забезпечення оптимальних штучних умов культивування залежить інтенсивність розмноження та росту личинок *Chironomus* [7, 16, 18].

Метою дослідження було встановлення оптимального співвідношення мулу і води та кількості допоміжних засобів на воді, за яких відбувається оптимальне відкладання яєць і максимальне збереження личинок *Chironomus*.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в умовах віварію науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету в два етапи.

На першому етапі встановили оптимальне співвідношення маси мулу і води. Для цього сформували 6 груп личинок – одну контрольну і п'ять дослідних. Із нативного мулу готували поживні середовища. Личинок поміщали у поживні середовища з різним співвідношенням води і мулу (табл. 1).

У кожне поживне середовище вносили по 400 особин 3-добових личинок. Дослід проводили у 4-кратній повторності.

Таблиця 1 – Схема дослідження оптимального співвідношення маси мулу і води для вирощування личинок *Chironomus*

Група	Співвідношення маси мулу до води
Контрольна	1:2
I дослідна	1:1
II дослідна	1:3
III дослідна	1:4
IV дослідна	1:5
V дослідна	1:6

Площа кожного поживного середовища становила 0,25 м². Контроль кількості личинок *Chironomus* проводили на 6-та 12-ту добу після внесення 3-добових особин.

На другому етапі проводили дослідження зі встановлення впливу допоміжних засобів у поживному середовищі на відкладання яєць і розвиток личинок *Chironomus*.

Готували 7 ємностей з поживним середовищем, співвідношення води і мулу в яких становило 1:5. У кожну ємність поміщали різну кількість допоміжних засобів (дерев'яні палички) довжиною 9–10 см і діаметром 3–4 мм, частину яких занурювали вертикально в мул, а частина плавала на поверхні води. У контрольну групу поміщали нічого (табл. 2).

Таблиця 2 – Схема дослідження впливу допоміжних пристроїв на відкладання яєць та розвиток личинок *Chironomus*

Група	Допоміжні пристрої	
	Занурені вертикально, шт.	Горизонтально плаваючі, шт.
Контрольна	-	-
I дослідна	5	5
II дослідна	10	10
III дослідна	15	15
IV дослідна	20	20
V дослідна	25	25
VI дослідна	30	30

Контроль кількості личинок *Chironomus* проводили на 6- і 12-ту добу. Температуру повітря в приміщенні витримували на рівні 19–20 °С.

Результати дослідження. Дослідження показали, що співвідношення води і мулу у поживному середовищі впливає на виживання личинок. Так, через 6 діб після заселення личинок

Chironomus кількість життєздатних особин у контрольній групі становила 375, тобто втрати популяції були на рівні 6,3 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Підрахунок кількості личинок *Chironomus* за різного співвідношення маси води до мулу, $M \pm m$, $n=4$

Група	Кількість внесених 3-добових личинок, шт.	Кількість личинок через 6 діб, шт.	Кількість личинок через 12 діб, шт.
Контрольна	400	$375 \pm 10,3$	$369 \pm 11,7$
I дослідна	400	$352 \pm 13,8^*$	$344 \pm 15,6^*$
II дослідна	400	$378 \pm 9,2$	$371 \pm 10,1$
III дослідна	400	$380 \pm 8,7$	$373 \pm 9,9$
IV дослідна	400	$391 \pm 6,8$	$390 \pm 6,2$
V дослідна	400	$390 \pm 6,7$	$390 \pm 6,3$

Примітка: * $P \leq 0,05$.

За співвідношення маси мулу і води 1:1 (I дослідна група) кількість личинок *Chironomus* була на 6,1 % менша порівняно з контролем. Відносно кількості особин, яку вносили в першу добу експерименту, загибель личинок *Chironomus* була на рівні 12,0 %.

За співвідношення маси мулу і води 1:3 кількість особин була на 0,8 % більшою, ніж у контролі. Збереження личинок на 6-ту добу становило 94,5 %.

У разі, коли співвідношення маси мулу і маси води становило 1:4, кількість личинок *Chironomus* була більшою на 1,3 % порівняно з контролем. Загибель личинок *Chironomus* фіксували на рівні 5,0 %.

У варіанті, де співвідношення мулу і води становило 1:5 і 1:6 (IV і V дослідні групи), кількість личинок у цих середовищах була майже однакова. Порівнюючи з контрольною групою, показники були більшими на 4,3 і 4,0 % відповідно. Порівнюючи з показниками на початок експерименту, кількість личинок у цих групах зменшилась на 2,3 та 2,5 % відповідно.

Таким чином, найкращі показники виживання личинок на 6-ту добу експерименту було встановлено для середовищ, в яких співвідношення мулу і води становило 1:5 та 1:6.

Через 12 діб від початку експерименту контрольна група личинок нараховувала 369 особин. Порівняно з 6-ю добою їх кількість зменшилась на 1,6 %, а з початку експерименту втрати становили 7,8 %.

Найвищі показники загибелі личинок фіксували у I дослідній групі, де співвідношення мулу і води становило 1:1. Порівнюючи з контролем, личинок залишилось на 6,8 % менше. Відносно даних на 6-ту добу кількість личинок зменшилась на 2,2 %. Порівняно з початком експерименту вижило 86,0 % особин.

У II дослідній групі, де співвідношення маси мулу до води було 1:3, під час перевірки виявлено зменшення личинок *Chironomus* до показника на 6-ту добу перевірки. Різниця становила 1,8 %. Відносно контролю кількість личинок була більшою на 0,5 %. Встановлено, що у III дослідній групі кількість личинок *Chironomus* становила 373 особини, що на 1,8 % менше, ніж на 6-ту добу експерименту. Порівнюючи із контролем чисельність популяції у цій групі була більшою на 1,08 %. Стосовно початкової кількості личинок *Chironomus*, то їх збереження було в межах 93,2 %.

Аналізуючи кількість личинок у IV та V дослідних групах, за співвідношення маси мулу до маси води 1:5 і 1:6, встановлено, що відносно попередніх підрахунків (6-та доба експерименту) кількість личинок майже не змінилась.

Таким чином, було виявлено, що найбільш сприятливе співвідношення маси води до маси поживного середовища було у IV та V дослідних групах. Їх співвідношення найбільше сприяло збереженню, росту і розвитку личинок *Chironomus*.

Дослідження впливу кількості вертикальних і горизонтальних допоміжних засобів у поживному середовищі на ефективність відкладання яєць *Chironomus* показало, що чим більша кількість горизонтальних і вертикальних засобів присутня у середовищі, тим більше можливостей мають комарі *Chironomus* для відтворення.

Під час перевірки (промивання поживного середовища на ситах) встановлено, що кількість личинок *Chironomus* на 6-ту добу у контрольній групі становила 115 особин (табл. 4).

Таблиця 4 – Кількість личинок *Chironomus* за різної кількості допоміжних засобів, $M \pm m$, $n=4$

Група	Через 6 діб після відкладання яєць	Через 12 діб після відкладання яєць
Контрольна	115±7,3	85±10,4
I дослідна	280±7,9***	240±11,2***
II дослідна	315±8,3***	284±10,6***
III дослідна	370±6,8***	345±8,7***
IV дослідна	380±7,0***	352±9,0***
V дослідна	376±10,4***	358±11,8***
VI дослідна	382±10,3***	350±12,1***

Примітка:*** $P \leq 0,001$.

У варіанті, де у поживне середовище поміщали по 5 дерев'яних паличок (I дослідна група), кількість личинок *Chironomus* перевищувала контрольну групу у 2,43 раза.

У II дослідній групі кількість личинок також перевищувала показники контролю у 2,73 раза. Порівнюючи з I дослідною групою, живих личинок було більше на 12,5 %.

У III дослідній групі, з розміщенням у поживному середовищі по 15 допоміжних засобів, кількість личинок *Chironomus* збільшилась у 3,21 раза порівнюючи з контролем. Одержані дані у цій групі перевищували результати, отримані у I та II дослідних групах, на 32,1 та 17,4 % відповідно.

Під час перевірки кількості особин у IV дослідній групі доведено, що внесення у поживне середовище по 20 дерев'яних паличок зумовлює збільшення кількості личинок відносно контрольної групи у 3,3 раза. Відносно I–III дослідних груп у IV дослідній групі кількість личинок *Chironomus* була більшою, відповідно, на 27,0 – 35,7 %. Під час підрахунків кількості личинок *Chironomus* у V дослідній групі виявлено, що показник перевищував дані контролю у 3,27 раза. Порівнюючи з показниками у I, II та III групі, кількість личинок була більшою, відповідно, на 34,2 %; 19,3 та 1,6 %. Стосовно кількості особин у IV дослідній групі, дані були майже однаковими. Різниця становила 1,05 %. Також встановлено, що у поживному середовищі з внесенням по 30 шт. допоміжних засобів (VI дослідна група) кількість личинки *Chironomus* була більшою у 3,32 раза відносно контрольної групи. Суттєвих відмінностей між показниками IV та V дослідних груп не встановлено.

Під час підрахунку кількості личинок через 12 діб після відкладання яєць було встановлено, що в контрольній групі кількість особин становила 85 шт. Порівняно з кількістю личинок на 6-ту добу, їх загибель становила 26,0 %. У I дослідній групі, порівнюючи з контролем, личинок залишилось у 2,83 раза більше. Відносно показника на 6-ту добу після відкладання яєць *Chironomus*, то збереження личинок було на рівні 85,7 %.

Крім того, встановлено, що у II дослідній групі з внесенням у поживне середовище допоміжних засобів кількість личинок *Chironomus* перевищувала контроль у 3,34 раза. Порівнюючи з даними I групи, кількість особин була більшою на 18,3 %. Втрати личинок відносно попереднього контролю (6-та доба) становили 9,8 %.

Під час перевірки кількості личинок на 12-ту добу у III дослідній групі було з'ясовано, що показник збільшився у 4,09 раза порівняно з контролем. Відносно I і II дослідної групи спостерігали підвищення кількості личинок *Chironomus*. Втрати особин за 6 діб їх вирощування після першої перевірки становили 6,7 %.

У IV дослідній групі, де було внесено 40 шт. дерев'яних паличок, кількість личинок також перевищувала показник контролю у 4,14 раза. Різниця з I, II та III дослідними групами була в межах 2,0–46,6 %. Збереження личинок відносно даних на 6-ту добу було на рівні 92,6 %. Кількість личинок у V дослідній групі також переважала дані контролю. В VI дослідній групі кількість живих особин була більшою, ніж у контрольній групі, у 4,12 раза.

Таким чином, було виявлено, що найбільш сприятливе середовище для відкладання яєць комарами *Chironomus*, росту і розвитку їх личинок було у IV та V дослідних групах, де кількість допоміжних засобів становила 40 та 50 шт.

Висновки. 1. Найкращі показники збереження личинок *Chironomus* були у поживному середовищі, де співвідношення маси води і маси мулу становило 1:5 та 1:6. Найменше збереження личинок *Chironomus* виявлено за співвідношення маси мулу і маси води 1:1.

2. За використання 40–50 шт. допоміжних засобів (20–25 вертикальних і 20–25 горизонтальних) відкладання яєць комарами *Chironomus* найвище. Зі зменшенням кількості допоміжних засобів кількість відкладених яєць в поживному середовищі зменшується.

Перспективними дослідженнями є вивчення впливу температури повітря в приміщенні на ріст і розвиток личинок *Chironomus*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. 2013. 343 с.
2. Алимов А.Ф. Стабильность и устойчивость водных экосистем. Гидробиол. журн. 2016. № 4 (47). С. 3–15.
3. Беляков В.П., Ануфреева Е.В., Бажора А.И., Шадрин Н.В. Влияние солёности на личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) в гиперсолёных водоёмах Крыма. Поволжский экологический журнал. 2017. №3. С. 240–250.
4. Гольгина В.В., Ермалаева О.В., Брошков А.Д. Хирономиды – модельный объект кардиологических исследований. Методические материалы (методическое пособие) к летней академической практике по цитологии для студентов 2-го курса биологического отделения. Новосибирск, 2013. С. 23–26.
5. Заморов В.В., Леончик С.Ю., Заморова М.П., Джуртубаев М.М. Метод оцінки потенційної чисельності і біомаси риб-бентофагів континентальних водойм за станом макрозообентосу. Гидробиол. журн. 2016. 47 (47). № 4. С. 47–55.
6. Клименко М.О., Прищепа А.М., Клименко О.М., Стецюк Л.М. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування: монографія. Рівне: НУВГП, 2014. 170 с.
7. Кононенко Р.В. Нове методичне керівництво з культивування кормових та їстівних безхребетних. Рибогосподарська наука України. 2018. № 1. С. 105–106.
8. Романенко В.Д., Гончарова М.Т., Коновець І.М., Кіпніс Л.С. Вибірковість мінеральних субстратів личинками *Chironomus riparius*. Гидробиол. журн. 2017. №1 (53). С. 104–110.
9. Федоненко О.В., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Основи аквакультури: культивування мікрководоростей та безхребетних. навч. посіб. Дніпропетровськ, 2014. 44 с.
10. Baranov V. Effects of bioirrigation of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) on lake sediment respiration. Sci. Rep. 6, 27329. Doi: <https://doi.org/10.1038/srep27329> (2016).
11. Beneberu G., Mengistou S. (2014). Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebeta River, Ethiopia. African Journal of Ecology. 53(3). P. 268–277. Doi: <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.
12. Deepak R. Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. International Journal of Fauna and Biological Studies. 2014. 1(5). P. 20–21.
13. Ebrahimnezhad M., Allahmoglobinakhshi E. A study on *Chironomidae* larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. Iran J of Sci and Technol 2013. 1. P. 45–52.
14. Grebenjuk L. P., Tomilina I. I. (2014). Morphological Deformations of Hard Chitinized Mouthpart Structures in Larvae of the Genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) as the Index of Organic Pollution in Freshwater Ecosystems. Inland Water Biology. 7(3). P. 273–285. Doi: <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.
15. Herrero O, Planelló R, Morcillo G. The plasticizer benzyl butyl phthalate (BBP) alters the ecdysone hormone pathway, the cellular response to stress, the energy metabolism, and several detoxication mechanisms in *Chironomus riparius* larvae. Chemosphere. 2015; (In press).
16. Hölker F. et al. Tube-dwelling invertebrates: tiny ecosystem engineers have large effects in lake ecosystems. Ecol. Monogr. 2015. P. 333–351.
17. Kavanaugh R.G., Egan A.T., Ferrington L.C. Factor affecting decomposition rates of chironomid (Diptera) pupal exuviae. Chironomus: Newsletter on Chironomidae Research. 2014. 27. P. 16–24.
18. Limnol J. Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of *Chironomus plumosus*. Journal Original Article. 2015. 74 (2). P. 261–271.
19. Milošević Đ. et al. (2014). Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss. Hydrobiologia. 727(1). P. 35–50. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>
20. Planelló R. et al. Transcriptional responses, metabolic activity and mouth part deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants. Environ Toxicol. 2013. Doi: <https://doi.org/10.1002/tox.21893>.
21. Rico E., Quesada A. Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. Antarct Sci. 2013. 25(2). P. 288–291.
22. Soster F. M. et al. Potential impact of *Chironomus plumosus* larvae on hypolimnetic oxygen in the central basin of Lake Erie. J. Great Lakes Res. 2015. 41. P. 348–357.

REFERENCES

1. Alymov, A.F., Bohatov, V.V., Holubkov, S.M. (2013). Produktsionnaya hydrobiologiya [Production hydrobiology]. 343 p.
2. Alymov, A.F. (2016). Stabylnost y ustoichyvost vodnykh ekosystem [Stability and stability of water ecosystems]. Hydrobiol. zhurn. [Gidrobiol. journals]. no. 4 (47), pp. 3–15.
3. Belyakov, V.P., Anufreyeva, E.V., Bazhora, A.I., Shadrin, N.V. (2017). Vliyaniye solenosti na lichinki khironomid (Diptera. Chironomidae) v gipersolenykh vodoyemakh Kryma [Effect of salinity on chironomid larvae (Diptera, Chironomidae) in hypersaline waters of the Crimea]. Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal [Volga ecological journal]. no. 3, pp. 240–250.
4. Golygina, V.V., Ermalayeva, O.V., Broshkov, A.D. (2013). Khironomidy – modelnyy obyekt kariologicheskikh issledovaniy [Chironomids – a model object of cardiac research.] Metodicheskiye materialy (metodicheskoye posobiye) k letney akademicheskoy praktike po tsitologii dlya studentov 2-go kursa biologicheskogo otdeleniya [Methodical materials

(methodical manual) to the summer academic practice in cytology for students of the 2nd course of the biological department]. Novosibirsk, pp. 23–26.

5. Zamorov, V.V., Leonchik, Ye.Iu., Zamorova, M.P., Dzhurtubaiev, M.M. (2016). Metod otsinky potentsiinoi chyselnosti i biomasy ryb-bentofahiv kontynentalnykh vodoim za stanom makrozoobentosu [The method of assessing potentialities and biomass of rib-benthic continental waters behind the camp of macrozoobenthos]. Hydrobiol. zhurn. [Hydrobiol. Journals]. 47 (47), no. 4, pp. 47–55.

6. Klymenko, M.O., Pryshchepa, A.M., Klymenko, O.M., Stetsiuk, L.M. (2014). Otsiniuvannia stanu vodnykh ekosystem za pokaznykamy biotestuvannia: monohrafiia [Assessment of the state of aquatic ecosystems by indicators of biotesting: monograph]. Rivne: NUVHP, 170 p.

7. Kononenko, R.V. (2018). Nove metodychne kerivnytstvo z kultyvuvannia kormovykh ta yistivnykh bezkhubetnykh [A new methodical guide for the cultivation of feed and edible invertebrates]. Rybohospodarska nauka Ukrainy [Fishery science of Ukraine]. no. 1, pp. 105–106.

8. Romanenko, V.D., Honcharova, M.T., Konovets, I.M., Kipnis, L.S. (2017). Vybirkovist mineralnykh substrativ lychnykh *Chironomus riparius* [Selectivity of mineral substrates by *Chironomus riparius* larvae] Hydrobiol. zhurn. [Hydrobiol. Journ]. no.1 (53), pp. 104–110.

9. Fedonenko, O.V., Sharamok, T.S., Marenkov, O.M. (2014). Osnovy akvakultury: kultyvuvannia mikrovodorostei ta bezkhubetnykh [Basics of aquaculture: cultivation of algae and invertebrates]. Dnipropetrovsk, 44 p.

10. Baranov, V. (2016). Effects of bioirrigation of non-biting midges (Diptera: Chironomidae) on lake sediment respiration. Sci. Rep. 6, 27329; Available at: <https://doi.org/10.1038/srep27329>

11. Beneberu, G., Mengistou, S. (2014). Head capsule deformities in *Chironomus* spp. (Diptera: Chironomidae) as indicator of environmental stress in Sebete River, Ethiopia. African Journal of Ecology. 53(3), pp. 268–277. Available at: <https://doi.org/10.1111/aje.12175>.

12. Deepak, R. (2014). Ecological analysis of *Chironomus* larvae (Diptera: Chironomidae) collected from Ayad River in Udaipur city. International Journal of Fauna and Biological Studies. 1(5), pp. 20–21.

13. Ebrahimnezhad, M., Allahmoglobinakhshi, E. (2013). A study on *Chironomidae* larvae of Golpayegan River (Isfahan-Iraq) at generic level. Iran J of Sci and Technol. 1, pp. 45–52.

14. Grebenjuk, L. P., Tomilina, I. I. (2014). Morphological Deformations of Hard Chitinized Mouthpart Structures in Larvae of the Genus *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) as the Index of Organic Pollution in Freshwater Ecosystems. Inland Water Biology. 7(3), pp. 273–285. Available at: <https://doi.org/10.1134/S1995082914030092>.

15. Herrero, O., Planelló, R., Morcillo, G. (2015) The plasticizer benzyl butyl phthalate (BBP) alters the ecdysone hormone pathway, the cellular response to stress, the energy metabolism, and several detoxication mechanisms in *Chironomus riparius* larvae. Chemosphere.

16. Hölker, F. (2015). Tube-dwelling invertebrates: tiny ecosystem engineers have large effects in lake ecosystems. Ecol. Monogr. pp. 333–351.

17. Kavanaugh, R.G., Egan, A.T., Ferrington, L.C. (2014). Factors affecting decomposition rates of chironomid (Diptera) pupal exuviae. Chironomus: Newsletter on Chironomidae Research. 27, pp. 16–24.

18. Limnol, J. (2015). Decaying cyanobacteria decrease N₂O emissions related to diversity of intestinal denitrifiers of *Chironomus plumosus*. Journal Original Article. 74(2), pp. 261–271.

19. Milošević, Đ. (2014). Different aggregation approaches in the chironomid community and the threshold of acceptable information loss. Hydrobiologia. 727(1), pp. 35–50. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1781-5>

20. Planelló, R. (2013) Transcriptional responses, metabolic activity and mouthpart deformities in natural populations of *Chironomus riparius* larvae exposed to environmental pollutants. Environ Toxicol. Available at: <https://doi.org/10.1002/tox.21893>.

21. Rico, E., Quesada, A. (2013). Distribution and ecology of Chironomids (Diptera, Chironomidae) on Byers Peninsula Maritime Antarctica. Antarct Sci. 25(2), pp. 288–291.

22. Soster, F. M. (2015). Potential impact of *Chironomus plumosus* larvae on hypolimnetic oxygen in the central basin of Lake Erie. J. Great Lakes Res. 41, pp. 348–357.

Определение оптимальных биотехнологических условий разведения и развития личинок *Chironomus*

Мерзлов С.В., Безпалый И.Ф., Король-Безпала Я.П.

Выращивание личинок *Chironomus* в искусственных условиях предусматривает создание в помещении необходимых условий, обеспечивающих биологические особенности их размножения, роста и развития. Личинка *Chironomus* является биологически ценным кормом и источником белка для молодняка многих видов рыб, что определяет повышенный спрос на этот вид естественного корма.

В статье представлены результаты исследований по установлению оптимального соотношения массы воды и массы питательной среды для личинок *Chironomus* и доказано влияние вспомогательных средств на откладывание яиц комарами *Chironomus*.

Исследования проводили в условиях вивария научно-исследовательского института пищевых технологий и технологий переработки продукции животноводства БНАУ. Использовали статистические методики и методы наблюдения для установления оптимальных технологических параметров.

Наибольшее сохранение личинок *Chironomus* наблюдали в питательной среде, где соотношение массы воды к массе ила составило 1:5 и 1:6. Количество личинок в этих вариантах было больше на 5,6 % по сравнению с контролем (соотношение воды к илу – 1: 2). В среде, где соотношение массы ила и массы воды составляло 1:1, гибель личинок *Chironomus* была наибольшей.

Использование в питательной среде вспомогательных средств оказывает положительное влияние на откладывание яиц *Chironomus*. После промывки питательной среды было установлено, что оптимальное количество вспомога-

тельных средств составляет 40 шт. (20 плавающих и 20 погруженных в ил). Их применение позволяет увеличить количество отложенных яиц в 1,2 раза.

Ключевые слова: ил, биотехнология выращивания личинок *Chironomus*, вспомогательные средства, соотношение воды к илу, выживание личинки *Chironomus*, вода.

Determination of favourable biotechnological conditions for *Chironomus* larva cultivation and development

Merzlov S., Bezpalyi I., Korol-Bezpal L.

The cultivation of *Chironomus* larva under artificial conditions needs necessary conditions in the vivarium to provide the biological characteristics of its reproduction, growth and development. *Chironomus* larva is biologically valuable feed and source of protein for many young species of fish. Being the natural feed it is of great demand now days.

The article presents the research results connected with the optimal water mass ratio and the nutrient medium for *Chironomus* larva. It has been proved that the auxiliary agents have positive influence on *Chironomus* mosquitoes egg laying.

The study has been conducted in the vivarium of Bila Tserkva NAU Research Institute of Food and Animal Products Processing Technologies. The observation methods and statistical techniques have been used to establish the optimal technological parameters.

It has been scoped that *Chironomus* larva survives better in the nutrient medium, where the water mass ratio of silt is 1:5 and 1:6. There is a bigger amount of larva survival in these examples (in 5.6% times) in comparison with the control group (the ratio of water to silt is 1:2). There is the biggest amount of *Chironomus* larva death rate in the medium with the water mass ratio of silt 1:1.

The use of auxiliary agents in the nutrient medium has a positive effect on *Chironomus* egg laying. After washing the nutrient medium, it was found that the optimal amount of auxiliary agents was 40 items bigger (20 floating and 20 immersed in sludge), but their use allows to increase the number of eggs laid in 1.2 times.

Key words: silt, cultivation biotechnology, *Chironomus*, larvae, auxiliary agents, water to silt ratio, the survival of *Chironomus* larvae, water.

Надійшла 12.04.2019 р.

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№1 (147) 2019

*Редактор – І.М. Вергелес
Комп'ютерне верстання: С.І. Сидоренко*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ№15169-3741Р від 03.03.2009р. №1-05/1

Формат 60×84¹/₈. Ум.др.арк.16,51. Зам. 6906. Тираж 300.

Підписано до друку 29.05.2019 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 3984 від 17.02.2011 р.