

УДК 636.087:636.4:636.084:637.045

Кулик М.Ф., доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН
Дідоренко Т.О., науковий співробітник
Гончар Л.О., науковий співробітник
Інститут кормів та сільського господарства Поділля
Ткаченко Т.Ю., аспірант
Вінницький національний аграрний університет

ДО ПИТАННЯ СИНТЕЗУ СЕЧОВИНИ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ ПРИ РІЗНОМУ ВМІСТІ ЛІЗИНУ В СИРОМУ ПРОТЕЇНІ РАЦІОНУ

Вітчизняні норми годівлі свиней різних вікових груп регламентують нижчий рівень лізину в сирому протеїні порівняно із зарубіжними. Так за даними зарубіжних фірм рівень лізину в сирому протеїні становить 5,4-6,6%, тоді як за даними вітчизняних дослідників рівень лізину складає 4,0-4,6% [1].

Встановлено, що вміст сечовини у крові, м'язовій тканині (м'ясі) і печінці свиней дослідної групи є нижчим порівняно до контролю при вищому рівні в цій групі лізину в сирому протеїні раціонів. При цьому показники вмісту сечовини в крові, м'язовій тканині та печінці свиней дослідної групи були на 22-24% нижчими, тоді як вміст лізину в сирому протеїні раціону був вищим в середньому на 29%.

Ключові слова: сечовина, свині, лізин, сирий протеїн, раціон, м'язева тканина, кров, печінка.

Табл. 3. Літ. 6.

Постановка проблеми. У складі раціону протеїн необхідний, як джерело амінокислот. Свиня може синтезувати до 60% аргініну, що необхідний для нормального її росту. У дорослої свині відсутня потреба в кормах, що містять аргінін. Поряд з незамінними амінокислотами в раціоні для синтезу інших амінокислот на тканинному рівні необхідне джерело азоту. Якщо з кормами раціону надходять всі незамінні амінокислоти в оптимальній кількості, то теоретично єдиним джерелом небілкового азоту, що є необхідним для нормальної діяльності організму є аміак, який забезпечує синтез замінних амінокислот мікроорганізмами в шлунково-кишковому тракті та безпосередню абсорбцію при синтезі замінних амінокислот в тканинах [1].

Вплив нестачі окремих амінокислот в деякій мірі подібний до нестачі по загальному протеїну. Нестача треоніну, лізину або метіоніну пов'язана з жировим переродженням печінки – цей тип порушень спостерігався, ймовірно, при нестачі протеїну. Загальним показником стану, близького до дефіциту будь-якої окремої амінокислоти, є погіршення росту [1].

Недостатність в раціоні триптофану у свиней викликає катаракту [1], некроз та атрофію скелетних м'язів. Свиня здатна перетворювати триптофан в ніацин, тому рівень ніацину в раціоні виконує важливу роль у відповідній реакції на триптофан. В раціонах з дефіцитом ніацину деяка кількість триптофану перетворюється в ніацин, що призводить до зниження триптофану,

доступного для синтезу білку в тканинах. Потреба в метіоніні свиней пов'язана з рівнем холіну в раціоні. Метіонін діє як донор метальної групи в синтезі холіну, якщо раціон по ньому має дефіцит. Рівень холіну в кормах частково перевищує потребу організму для максимального приросту і повністю виключає потребу в холіні в складі раціону, який призначений для зменшення накопичення жиру в печінці. Належить вивчити іще багато факторів, що стосуються взаємозв'язку між амінокислотами, їх взаємодії з іншими поживними речовинами, а також фактори, які відповідають за ту велику різноманітність, яка, вочевидь, існує у відношенні біологічної доступності амінокислот із різних кормів [1].

Аміак утворюється в результаті дезамінування амінокислот, а також із амідів, амінів і нуклеотидів. Основним джерелом аміаку є окислення глутамату глутаматдегідрогенази, що відбувається практично у всіх тканинах організму.

Циклічний процес синтезу сечовини відкритий Кребсом та Хенселейтом в 1932 році. В циклі приймають участь дві амінокислоти, що не входять у склад білків (орнітин і цитрулін) та дві амінокислоти, що містяться в білках (аргінін і аспартат). Кребс і Хенселейт відкрили, що швидкість синтезу сечовини різко зростає, коли в середовище додають орнітин, аргінін або цитрулін. На основі цих фактів була запропонована схема синтезу сечовини. Цикл складається із 5 реакцій, кожна із яких каталізується окремим ферментом [4].

Перспективні технології дорощування і відгодівлі молодняку свиней включають введення до комбікорму високобілкових добавок і преміксів з використанням гороху, кормових бобів, соняшникового шроту, макухи, екструдованої сої, амінокислот, ферментних препаратів, пробіотиків, вітамінів, макро- і мікроелементів, змішанолігандних комплексів (хелати) та інших біологічно активних речовин [4].

Висока продуктивність молодняку свиней на дорощуванні та відгодівлі залежить від наявності сирого протеїну в раціоні та його повноцінності, а саме вмісту в ньому незамінних амінокислот і необхідно підкреслити – лізину [2]. Адже в білку м'язової тканини свиней міститься 8,7% лізину, а в білку коров'ячого молока – 8,3%, білку яловичини – 8,6% і білку курячих яєць, як еталон на рівні 6,7%, а за даними О.П. Калашникова (2003) [3] в зерні фуражної пшениці лізину міститься 2,2% і в ячменю – 3,6%. Паралельно з цим слід зазначити, що вітчизняні норми годівлі свиней різних вікових груп регламентують нижчий рівень лізину в сирому протеїні порівняно із зарубіжними. За даними зарубіжних фірм рівень лізину в сирому протеїні становить 5,4-6,6%, тоді як за даними вітчизняних дослідників рівень лізину складає 4,0-4,6% [4].

Теоретичне обґрунтування і експериментальне підтвердження балансування за лізином на рівні 5,9-5,7% в сирому протеїні раціонів для молодняку свиней на дорощуванні та відгодівлі з метою одержання високих

середньодобових приростів і високої якості свинини розкриті в досліджах М.Ф. Кулика і ін. [2].

Оптимальний вміст лізину в сирому протеїні кормів раціону для молодняку свиней стимулює високі прирости живої маси, що забезпечується відповідним рівнем обміну речовин і, очевидно, високим вмістом у крові сечовини, як кінцевого продукту обміну білків. Якщо вміст сечовини в крові взаємопов'язаний із обміном білків, то це повинно стосуватися і вмісту сечовини у м'язовій тканині (м'ясі) та печінці тварин як критерію оцінки якості продукції. Проте зазначені питання не достатньо висвітлені як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі, тому в основу наших досліджень взяті вивчення вмісту сечовини в крові, м'язовій тканині (м'ясі) і печінці свиней при їх дорощуванні та відгодівлі на раціонах з різним вмістом лізину в сирому протеїні.

Мета досліджень. Вивчити вміст сечовини в крові, м'язах і печінці свиней при згодовуванні раціонів з різним вмістом лізину в сирому протеїні.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на молодняку свиней у дослідному господарстві «Пасічна» Старосинявського району Хмельницької області. Було сформовано 2 групи по 12 голів молодняку свиней (порода Велика біла х Ландрасом) за принципом методом груп-аналогів із урахуванням живої маси тварин, віку, статі, породи, вгодованості, стану здоров'я [5]. Відгодівля проводилась із використанням комбікорму власного виробництва. Вміст лізину в сирому протеїні комбікорму контрольної групи свиней становив 4,88% в перший період відгодівлі і 4,15% в заключний, тоді як в дослідній групі ці показники були на рівні 6,67-4,8% відповідно.

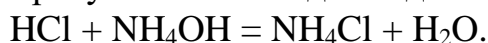
Годівля молодняку свиней проводилась згідно встановлених норм. Утримання було групове в станках типових приміщенні для дорощування і відгодівлі. Роздавали кормосуміш (комбікорм) у годівниці в сухому сипучому вигляді один раз на декілька днів. Доступ свиней до води був вільним – соскові водонапувалки. Облік спожитих кормів проводився після кожного підперіоду відгодівлі, а їх було 4, з визначенням валового і середньодобового приростів живої маси (г), витрати корму (кг) на 1 кг приросту живої маси, витрати корм. од., обмінної енергії (МДж), лізину (г), метіоніну з цистином (г). Контрольний забій проведено на 3-х головах з кожної групи, коли контрольна група досягла живої маси 120 кг, а дослідна – 127 кг. Після контрольного забою було відібрано проби [6] від 2-х груп свиней м'язової тканини (м'яса), печінки та крові для визначення вмісту сечовини.

Методика визначення сечовини в плазмі крові. Прилади і реактиви: рН-метр марки рН-150 МИ, водяна баня, бюретки для титрування, набір хімічного посуду, лабораторна піпетка, дистильована вода, 0,1 н та 0,001 н розчин HCl, розчин сої (джерело уреаз).

Для приготування розчину сої береться 4 г дрібно помеленої сої в 100 мл дистильованої води. Розчин настоюється протягом 1 год. Для переходу

водорозчинних фракцій білків, в тому числі уреазу у воду і проціджується через фільтр-тканину.

Хід визначення. Для визначення сечовини береться проба 2 мл плазми крові і додається 20 мл дистильованої води, заміряється рН і каплями 0,1 н НСІ величина рН доводиться до 5,7-5,8 під контролем рН-метра. Уреаза в 10 мл розчину сої змішується з 20 мл дистильованої води, заміряється рівень рН та під контролем рН-метра показник доводиться каплями 0,1 н НСІ до рівня 5,7-5,8. Потім змішуємо розчин сої з розчином крові та після цього визначаємо рН розчину, який в колбочці ставиться на інкубацію у водяну баню при температурі +37°C на 1 годину при помішуванні через кожні 15 хвилин. Після охолодження заміряється показник рН і титрується 0,001 н НСІ під контролем рН-метра до попередньої величини рН розчину перед інкубацією. Кількість сечовини визначається розрахунковим методом відповідно реакції:



Розрахунок визначення вмісту сечовини в плазмі крові відповідно реакції 1000 мл 1 н НСІ реагують із 14 г N, тоді 1 мл н НСІ відповідає 14 мг N. Для прикладу на титрування витрачено 20 мл 0,001 н НСІ. В інкубаційному розчині було 2 мл плазми крові, а потрібно визначити в 100 мл, тобто мг% сечовини, тому 20 мл 0,001 н НСІ збільшуємо в 50 разів: $20 \text{ мл} \times 50 = 1000 \text{ мл}$ 0,001 н НСІ, що відповідає 1 мл н НСІ.

Молекулярна маса сечовини 60 г/моль, а вміст азоту 28 г, звідси 14 мг N буде відповідати $\frac{14 \times 60}{28} = 30 \text{ мг\%}$ сечовини в крові свиней.

Визначення сечовини у м'язовій тканині та печінці. Прилади і реактиви: аналогічні, як для плазми крові.

Хід визначення. Для визначення сечовини береться гомогенізована наважка 5 г м'язової тканини чи печінки, поміщається в лабораторний стакан і додається 100 мл дистильованої води. Суміш розміщується і ставиться на електричну лабораторну плитку для кип'ятіння протягом 20 хв. Після чого склянку знімаємо з плитки, охолоджуємо і фіксуємо рН розчину на рН-метрі. Одержаний розчин має кислу реакцію. До розчину сої (уреазу), яку попередньо підготували, додається 20 мл дистильованої води, заміряється рівень рН та під контролем рН-метра показник доводиться краплями 0,1 н НСІ до рівня рН 5,7-5,8. Потім змішуємо розчин сої (уреазу) з розчином м'яса (чи печінки) після кип'ятіння, фіксуємо рН і ставимо на інкубацію при температурі +37°C на 1 год. при помішуванні через кожні 15 хвилин. Після охолодження заміряється показник рН і титрується 0,001 н НСІ під контролем рН-метра до попередньої величини рН розчину перед інкубацією. Кількість сечовини визначається розрахунковим методом.

Розраховуємо вміст сечовини в 100 г м'язової тканини (м'яса), тобто мг%. Для нейтралізації аміаку сечовини, що міститься в 5 г м'яса для прикладу витрачено 52 мг 0,001 н НСІ, тоді на 100 г буде $52 \text{ мг} \times 20 = 1040 \text{ мл}$ або 1,040 мл н НСІ. Відповідно реакції $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ 1 мл 1 н НСІ відповідає

14 мг N, а 1,040 мг н HCl – 14 мг N×1,040=14,560 мг N. Молекулярна маса сечовини – 60 г/моль із вмістом азоту 28 г, тоді 14,560 мг N буде міститися в 30,1 мг сечовини. Звідси в 100 г м'яса буде 30,1 мг% сечовини. Вміст сечовини в печінці розраховується аналогічно.

Основні результати дослідження. Показники вмісту сечовини в плазмі крові свиней контрольної і дослідної груп наведені в таблиці 1.

Результати досліджень вмісту сечовини в крові свиней (табл. 1) свідчать, що в дослідній групі він був на 24% нижчим проти контролю. Таким чином, вміст лізину в сиromу протеїні свиней дослідної групи був на рівні 6,67% в перший період проти 4,88% в контролі і відповідно в заключний 4,8 і 4,15%, що свідчить про нижчий рівень дезамінування амінокислот і як наслідок вищий рівень синтезу білка в м'язових тканинах та вищий приріст живої маси тварин.

Таблиця 1

Вміст сечовини в плазмі крові свиней, $M \pm m$

№ проби після забою свиней	pH розчину до інкубації	pH розчину після інкубації	Кількість 0,001 н HCl витраченого на титрування, мл	мг% сечовини в крові
Контрольна група				
1	5,65	5,82	16	24
2	5,62	5,80	17	25,5
3	5,62	5,80	17	25,5
$M \pm m$				25,0±0,29
Дослідна група				
1	5,64	5,77	14	21
2	5,64	5,78	12	18
3	5,64	5,78	12	18
$M \pm m$				19,0±0,58

Вміст сечовини у м'ясі свиней контрольної і дослідної групи подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Вміст сечовини в м'ясі свиней, $M \pm m$

№ проби після забою свиней	pH розчину до інкубації	pH розчину після інкубації	Кількість 0,001 н HCl витраченого на титрування, мл	мг% сечовини м'язовій тканині (м'ясі)
Контрольна група				
1	5,37	5,92	50	30
2	5,40	5,90	48	29
3	5,30	5,86	52	31
$M \pm m$				30±0,33
Дослідна група				
1	5,45	5,97	46	27
2	5,55	5,75	35	22
3	5,48	5,98	46	27
$M \pm m$				23±0,96

Таблиця 3

Вміст сечовини в печінці свиней

№ проби після забою свиней	pH розчину до інкубації	pH розчину після інкубації	Кількість 0,001 н HCl витраченого на титрування, мл	мг% сечовини в печінці
Контрольна група				
1	5,54	5,97	57	34
2	5,52	5,89	52	31
3	5,53	5,97	54	32
M±m				32,3±0,51
Дослідна група				
1	5,71	6,03	40	24
2	5,70	6,01	46	27
3	5,72	6,00	40	24
M±m				25,0±0,58

Аналіз вмісту сечовини у крові, м'язовій тканині (м'ясі) і печінці в дослідній групі свиней є нижчим порівняно до контролю (табл. 1, 2, 3) при вищому рівні лізину в сирому протеїні раціону. Можна зробити заключення про зворотній зв'язок між рівнем лізину в сирому протеїні раціонів і вмістом сечовини в крові, м'язовій тканині і печінці свиней. Вищий рівень лізину в сирому протеїні раціону забезпечує нижчий вміст сечовини в організмі тварин.

Якщо після забою провести баланс вмісту сечовини у крові, м'язах і печінці свиней контрольної групи, то її вміст у загальній кількості у м'язовій тканині (м'ясі) становить близько 12 г, крові – близько 2 г і печінці значно менше. У свиней дослідної групи ці показники будуть меншими на 22-24%, тоді як вміст лізину в сирому протеїні раціону є вищим в середньому на 29%.

Висновки. Фізіологічно обґрунтований вміст лізину на рівні 6,6% в сирому протеїні раціону при дорощуванні і відгодівлі свиней забезпечує нижчий рівень дезамінування амінокислот, і як наслідок, вищий рівень синтезу білка в м'язових тканинах і вищий приріст живої маси.

Перспективи подальших досліджень. Дана робота виконана відповідно до тематики аспірантських досліджень та буде розкрита в тематиці виробництва, зберігання та переробки продукції тваринництва.

Список використаної літератури

1. Понд У.Дж., Хаупт К.А. Биология свиньи. У.Дж. Понд, К.А. Хаупт. – М: Колос, 1983. – 334 с.
2. Кулик М.Ф. Забійні показники свиней при використанні в годівлі екструдованої сої в поєднанні з біологічно мінеральною добавкою на основі лізину і сапоніту / М.Ф. Кулик, М.П. Красносельська // Аграрна наука та харчові технології. – 2017. – № 1. – С. 51-59.
3. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд. перераб. и доп. / А.П. Калашников и др. – М: Наука, 2003. – 456 с.
4. Соя: монографія / В.Ф. Петриченко та ін. – Вінниця: Діло, 2016. – 400 с.

5. Овсянников А.И. Методика опытного дела. / А.И. Овсянников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 342 с.
6. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В.В. Влізло та ін. – Львів: Сполом, 2012. – 764 с.

References

1. Pond U.Dzh. & Khaupt K.A. (1983). *Byolohyia svyny [Pig biology]*. Moskva: Kolos [in Russian].
2. Kulyk M.F. & Krasnoselska M.P. (2017). Zabiini pokaznyky svynei pry vykorystanni v hodivli ekstrudovanoi soi v poiednanni z biolohichno mineralnoiu dobavkoiu na osnovi lizynu i saponitu [Slaughter rates of pigs when used for feeding extruded soya in conjunction with a biologically mineral additive based on lysine and saponite]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*. 51-59 [in Ukrainian].
3. Kalashnykov, A.P., Fisinin (2003). *Normy i ratsyony kormleniya selskokhoziaistvennykh zhyvotnykh. Spravochnoe posobyе. 3-e yzd. pererab. y dop. [Norms and diets feeding farm animals. Reference manual. 3rd ed. reclaiming and add.]* Moskva: Nauka [in Russian].
4. Petrychenko, V.F. (2016). *Soya: monografiya / Vinny`cya: Dilo.* [in Ukrainian].
5. Ovsiannykov, A.Y. (1989). *Metodyka opytneho dela [Experimental technique]*. Moskva: Ahropromydat. [in Russian].
6. Vlizlo, V.V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk [Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine: a guide]*. Lviv: Spolom [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА МОЧЕВИНЫ В ОРГАНИЗМЕ СВИНЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ЛИЗИНА В СЫРОМ ПРОТЕИНЕ РАЦИОНА

Кулик М.Ф., доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент НААН
Дидоренко Т.О., научный сотрудник
Гончар Л.А., научный сотрудник
Институт кормов и сельского хозяйства Подолья
Ткаченко Т.Ю., аспирант
Винницкий национальный аграрный университет

Отечественные нормы кормления свиней различных возрастных групп регламентируют низкий уровень лизина в сыром протеине по сравнению с зарубежными. Так по данным зарубежных фирм уровень лизина в сыром протеине составляет 5,4-6,6%, тогда как по данным отечественных исследователей уровень лизина составляет 4,0-4,6% [1].

Установлено, что содержание мочевины в крови, мышечной ткани (мясе) и печени в опытной группе свиней ниже по сравнению с контролем при высоком уровне лизина в сыром протеине рационах. Содержание мочевины в крови, мышцах и печени свиней контрольной группы составляет 12 г, 2 г соответственно и значительно меньше в печени. При этом данные показатели у свиней опытной группы будут меньше на 22-24%, тогда как содержание лизина в сыром протеине рациона выше в среднем на 29%.

Ключевые слова: мочевина, свиньи, лизин, сырой протеин, рацион, мышечная ткань, кровь, печень

Табл. 3. Лит. 6.

ANNOTATION
**THE QUESTION OF THE SYNTHESIS OF UREA IN THE PIG'S BODY AT DIFFERENT
LEVELS OF LYSINE IN THE CRUDE PROTEIN OF THE RATION**

Kulik M.F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Agriculture Sciences of Ukraine
Didorenko T.O., Junior Researchers
Gonchar L.O., Junior Researchers
Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya
Tkachenko T.Yu., Postgraduate Student
Vinnytsia National Agrarian University

Urea is the main nitrogenous end product arising from the catabolism of amino acids that are not used in biosynthetic reactions in mammals. Urea production should reflect not only alterations in the dietary intake of protein and patterns of utilization of amino acid but also an animals ability to retain dietary nitrogen in the body.

Improving feed efficiency of pigs with dietary application of amino acids (AAs) is becoming increasingly important because this practice can not only secure the plasma AA supply for muscle growth but also protect the environment from nitrogen discharge with feces and urine. Lysine, the first limiting AA in typical swine diets, is a substrate for generating body proteins, peptides, and non-peptide molecules, while excess lysine is catabolized as an energy source. From a regulatory standpoint, lysine is at the top level in controlling AA metabolism, and lysine can also affect the metabolism of other nutrients.

Dietary deficiency of lysine will impair animal immunity and elevate animal susceptibility to infectious diseases. Because lysine deficiency has negative impact on animal health and growth performance and it appears that dietary lysine is non-toxic even at a high dose of supplementation, nutritional emphasis should be put on lysine supplementation to avoid its deficiency rather than toxicity. Nevertheless, the underlying metabolic and molecular mechanisms regarding lysine effect on muscle protein accretion merits further clarification.

Urinary urea excretion of pigs fed diets differing in amino acid adequacy was measured.

It has been established that the urea content in blood, muscle tissue (meat) and liver in the experimental group of pigs is lower compared to control at a higher level of lysine in raw diet proteins. The urea content in the blood, muscle and liver of pigs in the control group is 12 g, 2 g, respectively, and much less in the liver. At the same time, the data in the pigs of the experimental group will be lower by 22-24%, while the content of lysine in the raw protein of the ration is higher by an average of 29%.

Results of studies of urea content in pig blood indicate that in the experimental group it was 24% lower than control. Thus, the content of lysine in the raw pig protein of the experimental group was 6,67% in the first period versus 4,88% in the control and consequently in the final 4,8% and 4,15%, which indicates a lower level of deamination of amino acids and as a consequence a higher level of protein synthesis in muscle tissues and a higher increase in live weight of animals.

The analysis of urea content in blood, muscle tissue and liver in the experimental group of pigs is lower compared to the control at higher levels of lysine in the raw protein. One can make a conclusion about the feedback between the level of lysine in the raw protein protein and the content of urea in the blood, muscle tissue and the liver of pigs. The higher level of lysine in the raw protein of the ration is provided by lower levels of urea in the body of animals.

If after the slaughter to balance the urea content in the blood, muscle and liver of the pigs in the control group, its content in the total amount of muscle tissue (meat) is about 12 g, blood is

about 2 g and the liver is much smaller. In pigs in the experimental group, these indicators will be lower by 22-24%, while the content of lysine in the raw protein of the ration is higher by an average of 29%.

These data suggest that total urinary excretion levels can be used as an indicator of protein quality and possibly to assess the amino acid requirements of swine and other non ruminant animals.

Keywords: urea, pig, lysine, crude protein, ration, muscle tissue, blood, liver

Tab. 3. Ref. 6.

Інформація про авторів

КУЛИК Михайло Федорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу технології виробництва та використання кормів Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України (21100 м. Вінниця, просп. Юності, 16; e-mail: kulikmf@gmail.com)

ДІДОРЕНКО Тетяна Олегівна, молодший науковий співробітник Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України (21100, м. Вінниця, просп. Юності, 16; email: taniadidorenko@meta.ua)

ГОНЧАР Леся Олексіївна, молодший науковий співробітник Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України (21100, м. Вінниця, просп. Юності, 16; e-mail: kulikmf@gmail.com)

ТКАЧЕНКО Тетяна Юрївна, аспірант Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: kulikmf@gmail.com)

КУЛИК Михаил Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом технологии производства и использования кормов Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины (21100, г. Винница, просп. Юности, 16; e-mail: kulikmf@gmail.com)

ДИДОРЕНКО Татьяна Олеговна, младший научный сотрудник Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины (21100, г. Винница, просп. Юности, 16; email: taniadidorenko@meta.ua)

ГОНЧАР Леся Алексеевна, младший научный сотрудник Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины (21100, г. Винница, просп. Юности, 16, e-mail: kulikmf@gmail.com)

ТКАЧЕНКО Татьяна Юрьевна, аспирант Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, улица Солнечная, 3, e-mail: kulikmf@gmail.com)

KULYK Mykhailo, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of the department of technology of production and use of feed of the Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of the NAAS of Ukraine (21100, Av. Yunisti, 16, Vinnytsia; e-mail: kulikmf@gmail.com)

DIDORENKO Tetiana, Junior Researcher, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of the NAAS of Ukraine (21100, Av. Yunisti, 16, Vinnytsia; email: taniadidorenko@meta.ua)

HONCHAR Lesja, Junior Researcher, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of the NAAS of Ukraine (21100, Av. Yunisti, 16, Vinnytsia; e-mail: kulikmf@gmail.com)

TKACHENKO Tetiana, Postgraduate Student of Vinnytsia National Agrarian University (21000, St. Sonyachna, 3, Vinnytsia,; e-mail: kulikmf@gmail.com)