

Original researches

Increase of the growth rate in young pigs while using the feed additive «Natufactant»

N. A. Begma, O. I. Musich

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Received: 12 February 2021

Revised: 23 February 2021

Accepted: 10 March 2021

Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergii Efremov Str., 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-066-563-91-38

E-mail: begmanatalia@gmail.com

Cite this article: Begma, N. A., & Musich, O. I. (2021). Increase of the growth rate in young pigs while using the feed additive «Natufactant». *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 9(1), 35–39. doi: 10.32819/2021.91006

Abstract. The improvement of production indicators (feed conversion ratio, average daily body weight gain, growth rate, etc.) in animal husbandry implies a high energy requirement. Such a need can only be met by including fats in the diet. Fat is the main and most efficient source of feed energy, but at the same time, one of the most expensive feed component. Using a fat emulsifier is an increase in the quality of the obtained product and a decrease in its cost. The addition of synthetic emulsifiers is a relatively new opportunity to increase fats' active surface compared to other widely used feed additives. This reduces the cost for oil in the feed and also a chance to reduce feed total cost. By increasing fats' active surface, emulsifiers expand the action of lipases and promote micelles formation. Higher the fat percentage in the diet, lower the percentage of its absorption. In high-energy diets without the use of complex emulsifiers, from 36% to 70% of the fat introduced into the feed is not absorbed and is excreted from the body. The beneficial effect of emulsifiers is that the digestibility of fat decreases, and it grows with an increase in the fat level in the diet. An assessment of the effect of the «Natufactant» feed additive on the growth rates of young pigs has been carried out. The maintenance and feeding of pigs were carried out in accordance with the technology adopted on the farm. The nutritional value of the main diet that is used on the farm, as well as after the inclusion of the feed additive «Natufactant», were determined. To conduct research according to the principle of analogs were taking into account the breed, live weight, and general physiological state, two groups of animals of a large white pig breed were created, 25 animals in each, with a live weight of 28 kg. The first group served as a control, and in addition to the main diet, the multicomponent emulsifier «Natufactant» was administered to the piglets of the research group at a dose of 250 g/t of feed, which was given together with the feed once per day. It was found that high average daily gains were obtained from animals to which «Natufactant» was added at the rate of 250 g per 1 ton of compound feed from the first day of the experiment and for 60 days in a row. As a result of the production check, it was found that the introduction of a feed additive into the diet of young pigs made it possible to increase the gross increase in animals' live weight in comparison with the control, by 10.7 centners with the same level of feeding. New influence aspects of the fat emulsifier usage on the pigs' physiological state and productivity were disclosed. It has been proven that the inclusion of the «Natufactant» feed additive into the animals' diet stimulates the digestion processes and assimilation of basic nutrients, improves their physiological state, and increases the average daily weight gain of pigs by 15.3%. The solution to the problem of fats' digestibility is the creation of new emulsifiers by searching for new molecules and developing effective complexes that have a synergistic effect when one component enhances the work of another. In order to significantly increase the pigs' productivity and thereby increase the production of pork, it is necessary to ensure sufficient and adequate feeding of animals, taking into account the standards of lipid nutrition. It will also help to improve product quality and reduce production costs.

Keywords: young pigs; fat emulsifier; feed; production experiment; productivity

Інтенсивність росту молодняку свиней за згодовування кормової добавки «Natufactant»

Н. А. Бегма, О. І. Мусіч

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. Поліпшення виробничих показників (коефіцієнта конверсії корму, середньодобового збільшення живої маси, швидкості зростання тощо) у тваринництві має на увазі високу потребу в енергії. Задовольнити таку потребу можна тільки шляхом включення в раціон жирів. Жир – основне і найефективніше джерело енергії корму, але, в той же час, й один із найдорожчих його компонентів. Застосування емульгатора жиру – це підвищення якості отримуваної продукції і зниження її собівартості. Додавання синтетичних емульгаторів – відносно нова можливість збільшити активну поверхню жирів порівняно з іншими широкоживими кормовими добавками. Це зменшення витрат на олію в кормі і шанс понизити загальну собівартість корму. Збільшуючи активну поверхню жирів, емульгатори розширюють дію ліпаз і сприяють формуванню міцел. Чим більший відсоток вмісту жиру в раціоні, тим нижчий відсоток його засвоєння. У високоенергетичних раціонах без використання комплексних емульгаторів від 36 до 70% жиру, що вводиться в корм,

не засвоюється і виходить з організму. Позитивний ефект емульгаторів проявляється у зниженні засвоюваності жиру, і він зростає зі збільшенням рівня жиру в раціоні. Оцінено вплив кормової добавки «Natufactant» на показники росту молодняку свиней. Утримання і годівлю свиней здійснювали відповідно до прийнятої в господарстві технології. Визначено поживність основного раціону, що використовується у господарстві, та із включенням кормової добавки «Natufactant». Для проведення досліджень за принципом аналогів з урахуванням породи, живої маси та загального фізіологічного стану створено дві групи тварин великої білої породи по 25 голів у кожній з живою масою 28 кг. Перша група слугувала контролем, а поросяткам дослідної групи додатково до основного раціону вводили багатокомпонентний емульгатор «Natufactant» у дозі 250 г/т корму, який задавали разом із кормом один раз на добу. Установлено, що найвищі середньодобові прирости одержали від тварин, яким додавали Natufactant з розрахунку 250 г на 1 т комбікорму з першої доби проведення досліду і упродовж 60 діб. У результаті виробничої перевірки виявлено, що уведення до раціону молодняку свиней кормової добавки дало змогу збільшити валовий приріст живої маси тварин, порівняно з контролем, на 10,7 ц за однакового рівня їх годівлі. Розкрито нові аспекти впливу використання емульгатора жиру на фізіологічний стан та продуктивність свиней. Доведено, що додавання до раціону тварин кормової добавки «Natufactant» стимулює процеси перетравлення і засвоювання основних поживних речовин, поліпшує фізіологічний стан, підвищує середньодобові прирости свиней на 15,3%. Вирішення проблеми засвоюваності жирів – це створення нових емульгаторів шляхом пошуку нових молекул і розроблення ефективних комплексів, що мають синергетичну дію, коли один компонент посилює роботу іншого. Для того, щоб значно підвищити продуктивність свиней і за рахунок цього збільшити виробництво свинини, необхідно забезпечити достатню і повноцінну годівлю тварин, з урахуванням норм ліпідного харчування. Це також сприятиме поліпшенню якості продукції та зниженню її собівартості.

Ключові слова: молодняк свиней; емульгатор жиру; корми; виробничий дослід; продуктивність

Вступ

Проблема інтенсифікації свинарства – одна з найбільш актуальних у сучасних умовах ринкової економіки, оскільки свині за швидкістю відтворення, росту та рівнем використання енергії корму посідають провідне місце серед сільськогосподарських тварин (Yuhno, 2012).

Досягнення балансу між витратами на корми і продуктивністю тварин – основне завдання виробників у всьому світі (Kononenko, 2013).

Для того, щоб розкрити наявний потенціал продуктивності поголів'я свиней, необхідно значно підвищити концентрацію енергії і поживних речовин корму порівняно з більш ранніми нормами годівлі. Серед кормової сировини найбільшу концентрацію енергії мають жири, і тому вони відіграють у годівлі все більшу роль (Kovalenko & Juhno, 2005).

Поліпшення виробничих показників (коефіцієнта конверсії корму, середньодобового збільшення живої маси, швидкості зростання тощо) у тваринництві має високу потребу в енергії. Задовольнити таку потребу можна тільки шляхом включення у раціон жирів, які потрібні для підтримки температури тіла, синтезу гормонів, правильної роботи центральної нервової системи і м'язового метаболізму (Williams et al., 2006).

Жир підвищує смакові якості корму й ефективність використання енергії, знижує швидкість транзиту кормів через шлунково-кишковий тракт, забезпечуючи краще засвоєння поживних речовин. Жир також впливає на всмоктування і метаболізм таких важливих речовин як вуглеводи, білки і мінеральні речовини (Lisicyn et al., 2007). У той же час надлишок жиру в раціоні знижує засвоюваність і споживання корму, що зменшує масу тварин і спричинює економічні втрати (Kovalenko & Juhno, 2005).

Жири та олії – основні джерела енергії в раціоні, а максимальне задоволення енергетичних потреб організму забезпечує високий показник росту у тварин (Beggu, 2004). Тому складаючи раціони, для досягнення високого рівня обмінної енергії збільшують кількість олії. Жири – це джерело не лише енергії, а і жирних кислот, які відповідають за транспорт жиророзчинних вітамінів і позитивно впливають на смакові якості корму (Schwab et al., 2008).

У свинарстві, з причини тривалого зростання продуктивності тварин, жирам, через високий вміст у них енергії, відводиться все більш важлива роль у складанні раціонів (Pettigrew, 1981).

Поживна цінність жирів для організму полягає в тому, що

вони – не лише джерело енергії, а і постачальники необхідних для росту і функціонування організму насичених і поліненасичених жирних кислот (Gregory, 1989).

Численні дослідження свідчать, що всмоктування жирних кислот відбувається слабкіше у молодняку, ніж у дорослої особини, через нездатність печінки виробляти достатню кількість жовчі для їх розщеплювання (Li et al., 1991).

Вирішення проблеми засвоюваності жирів допоможе створення нових емульгаторів шляхом пошуку нових молекул і розроблення ефективних комплексів, що мають синергетичну дію, коли один компонент посилює роботу іншого (Parmley et al, 1996).

Оскільки середньоланцюгові жирні кислоти не можуть відкладатися і «сплянуть» повністю, потрібно стежити за збалансованим співвідношенням інших компонентів раціону. Такі МТС-продукти вже певний час доступні на ринку. Але вони ще не отримали належної уваги. Це пов'язано з тим, що фізіологічні основи їх дії поки недостатньо відомі. Деякі фірми пропонують білково-вітамінно-мінеральні добавки для поросят, які, крім інших високопоживних компонентів, також містять 30% сирого жиру, що складається з кокосових і пальмових жирів.

Важливо правильно піклуватися про здоров'я органів, безпосередньо пов'язаних із метаболізмом жирів, – печінки і підшлункової залози (Li et al., 1991).

Поліпшення засвоєння ліпідів (основних джерел енергії) та інших поживних речовин, і тим самим зниження кількості вмісту жирів і олій в кормі може допомогти тваринникам досягти як ефективності, так і прибутковості (Fahy et al., 2005).

Емульгатори забезпечують створення емульсії з рідин (вода й олія), що не змішуються, з метою підвищення ефективності жиру і скорочення витрат на комбікорми.

Нещодавно на ринку з'явилася принципово нова кормова добавка «Natufactant» (Bioproton, Фінляндія), яка, окрім двох молекул-емульгаторів, – сорбітан монолаурату і гліцерин поліетиленгліколь ризицолеату – має у своєму складі моно-, ди- і тригліцериди жирних кислот, деканову (капринову) і октанову кислоту та гліцерин, які беруть участь у перетравлюванні жирів на стадії гідролізу і всмоктування. Це робить кормову добавку «Natufactant» аналогом жовчних кислот і солей за дією, а за дозуванням і ефективністю – привабливим варіантом заміни дорогих препаратів на основі лицетину і лізолицетину.

Відомо, що чим більший відсоток вмісту жиру в раціоні, тим нижчий відсоток його засвоєння. У високоенергетичних раціонах без використання комплексних емульгаторів від 36 до 70% жиру, що вводиться в корм, не засвоюється і виходить з

організму. Емульгатори – ПАР/фосфоліпіди, які забезпечують створення емульсії з рідин, що не змішуються. Класичний приклад: вода і олія. Емульсії з невеликої кількості олії у більшій кількості води називаються прямими. І навпаки, невелика кількість води у більшій кількості олії – зворотна емульсія. Коли ми говоримо про процес перетравлювання жирів, йдеться про утворення в кишечнику прямої емульсії (олія у воді).

Емульгування жиру – це процес рівномірного розподілу жиру у воді шляхом дроблення жиру на дрібні кульки, поверхня яких утворена фосфоліпідами. Джерело фосфоліпідів в організмі – жовч, вона утримує їх близько 22%.

Дуже часто споживання корму недостатньо для задоволення потреби в поживних речовинах і це може негативно позначитися на масі й однорідності поросят після відлучення. Тому додавання високих рівнів жирів у раціони допомагає задовольнити потреби в живленні, щоб уникнути негативного енергетичного балансу (Cheah et al., 2017).

Безпосередньо після відлучення у поросят можуть виникнути проблеми зі споживанням корму. Ці проблеми можна нівелювати, у тому числі, збільшенням частки олії в раціоні. Також, додаючи її в корми кабанів-виробників і свиней на фінішній відгодівлі, можна підвищити масу туші і понизити конверсію корму. Допомагає це і в спекотних літніх умовах, оскільки жир ефективно метаболізується з відносно низьким виділенням тепла, а калорійні корми даватимуть необхідний ефект, коли спостерігається зниження апетиту. Аналогічна ситуація складається, у свиноматок у період лактації, коли тварини відчувають негативний енергетичний баланс (Cheah et al., 2017).

Отож, основні проблеми у складанні високоенергетичних раціонів такі: зростання витрат на джерела жирів і зниження засвоюваності в міру збільшення їх уведення і частки компонентів.

Тому мета нашого дослідження – виявити ефективність впливу нової кормової добавки «Natufactant» (Bioproton, Фінляндія) на загальний метаболізм і функціональний стан організму молодняку свиней, від яких залежать їх продуктивні якості.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину дослідів із вивчення ефективності впливу нової кормової добавки «Natufactant» у годівлі молодняку свиней проводили в умовах ФГ «Зоря» Юр'ївського району Дніпропетровської області (Україна).

Таблиця 1 – Схема досліджень

Група	Кількість тварин, голів	Характер годівлі
I – контрольна	25	Основний раціон (ОР)
II – дослідна	25	ОР + 250 г кормової добавки «Natufactant» на 1 т комбікорму

Наукові дослідження виконували в умовах кафедри технології годівлі і розведення тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (Україна).

Схема дослідів наведена у таблиці 1.

Годівлю всіх груп свиней здійснювали з урахуванням віку та живої маси. Утримання тварин було груповим в індивідуальних станках. Корми згодовували у вигляді вологих мішанок. Для проведення дослідів розроблено склад раціонів, що відповідали потребі тварин у поживних речовинах для певної статевовікової групи, що застосовувались у господарстві. Балансування годівлі за протеїном здійснювали завдяки використанню традиційних високопротеїнових кормів, найбільше поширених у південній зоні України. Склад основних раціонів дослідних свиней відповідав нормам годівлі. Облік кормів раціону дослідних тварин, як у підготовчий, так і в обліковий період, здійснювали щодня шляхом зважування кормів, які викладали в кожну даванку. Доступ тварин до води був вільним. Оцінювали продуктивність свиней відповідно до загальноприйнятих методик. Вивчали показники росту молодняку свиней методом індивідуального зважування до ранкової годівлі. На підставі даних живої маси розраховували середньодобові прирости.

Статистичний аналіз цифрового матеріалу проводили за загальноприйнятими методиками з використанням спеціальних комп'ютерних програм Microsoft Excel 2010 у середовищі Windows XP Professional.

Результати

Для складання раціонів визначали фактичну поживність кормових засобів, використаних у досліді, шляхом проведення хімічного аналізу в лабораторії кафедри технології годівлі і розведення тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (Україна). За основними поживними речовинами раціони відповідали нормам годівлі.

Таблиця 2 – Склад добавки «Natufactant» (1 г кормової добавки містить діючі речовини)

Компонент	Вміст,		Функція
	%	мг	
Сорбітан монолаурат	5,0	50	ПАР, що відповідають за емульгування жиру і підвищення його засвоюваності
Гліцерил поліетиленгліколь рицинолеат (ПЕГ) рицино	5,0	50	Сприяє засвоєнню вітаміну D3 в організмі
Моно- ди- і тригліцериди жирних кислот	1,0		Участь в утворенні міцел і поліпшенні засвоюваності жирів
Деканова (капринова) кислота	1,0	10	Перешкода адгезії жирових кульок до харчових часток корму
Октанова кислота	1,0	10	
Гліцерин	7,0	10	Водоутримувач в щільній ендогенній фракції хімусу для кращого гідролізу, зниження в'язкості фекалій
Кремнієва кислота, осаджена і висушена	16,0	160	Нейтральний наповнювач
Хлорид натрій	4,0	40	
Допоміжні речовини: карбонат кальцій (CaCO ₃)	до 100	до 1 г	

Таблиця 3 - Динаміка росту живої маси молодняку свиней (n = 25)

Показник	Група	
	1-ша (контрольна)	2-га (дослідна)
Тривалість досліду, діб	61	61
Кількість свиней на початку досліду, гол.	25	25
Збереження поголів'я, %	100	100
Середня жива маса, кг:		
на початку досліду	28,3 ± 0,12	28,4 ± 0,19***
на кінець досліду	65,5 ± 0,14	71,1 ± 0,21***
Абсолютний приріст живої маси, кг: за дослід	37,2 ± 0,13	42,7 ± 0,10***
Валовий приріст живої маси свиней всієї групи за період перевірки всього, ц	9,3	10,68

Примітка: *** – P > 0,999.

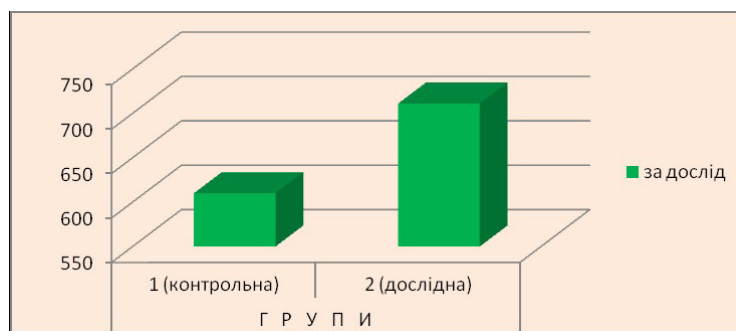


Рисунок. Середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней в науково-господарському досліді

Основний раціон годівлі свиней за дослідний період складався з найбільш поширених у зоні кормів, зокрема, до складу кормбікорму включали: кукурудза – 15, ячмінь – 45, пшениця – 25 та білково-вітамінно-мінеральна добавка – 15%.

Раціони тварин обох груп балансували за поживними речовинами завдяки кормам, які застосовуються у господарстві. При цьому енергетична цінність раціонів тварин усіх груп тварин була практично однаковою.

Тварини 2-ї дослідної групи додатково отримували кормову добавку «Natufactant» виробництва Фінляндії (табл. 2).

Інгредієнти, що входять до складу кормової добавки «Natufactant»: сорбітан монолаурат, гліцерил поліетиленгліколь рицинолеат, деканова (капринова) і октанова кислоти, гліцерин забезпечують диспергування жирів до дрібних часток та їх подальше розщеплення ферментами ліпази, що сприяє кращій біодоступності енергії жирів.

Кормову добавку використовували у складі суміші комбікормів, приготовлених у господарстві на мінікомбікормовому заводі. Виробнича перевірка тривала 60 діб. Під час її проведення враховували живу масу свиней та масу з'їденого корму. Спостереженнями за тваринами встановлено, що вони швидко звикали до корму з добавкою емульгованого жиру та із задоволенням поїдали його.

Застосування емульгатора жиру в кормах для молодняку свиней, компоненти якого беруть участь в усіх стадіях перетравності жирів: емульгування, гідроліз і всмоктування, мають високий індекс гідрофільно-ліпофільного балансу, що дозволяє створювати жирові кульки малого розміру для ефективнішого розщеплювання.

У результаті виробничої перевірки встановлено, що додаткове введення до раціону молодняку свиней на вирощуванні кормової добавки «Natufactant» упродовж усього періоду дало змогу збільшити валовий приріст живої маси тварин, порівняно з контролем, на 10,7 ц за однакового рівня їх годівлі. Різниця полягала лише в тому, що до комбікорму свиней дослідної групи додавали кормову добавку «Natufactant» з першої доби виробничого випробування (табл. 3).

Результати досліджень інтенсивності росту молодняку свиней свідчать, що використання кормової добавки в раціоні поліпшує продуктивність тварин. Доказом цього стало збільшення середньодобових приростів живої маси підсвинків у 2-й групі, які становили 703,07 г (рисунок).

Аналізуючи науково-господарський дослід, а саме динаміку росту, встановили, що показники середньодобових приростів у молодняку свиней дослідної групи, які одержували кормову добавку «Natufactant», були на 15,3% вищі (P > 0,999) за високовірогідної різниці порівняно з контрольною групою.

Не спостерігалося зниження стійкості гранульованого корму до плісняви і накопичення вологи.

Ефект від використання кормової добавки пов'язаний з тим, що збільшується засвоюваність кормів завдяки поліпшенню їх перетравності, активації обміну речовин в організмі.

Обговорення

Загальновідомо, що високопродуктивні тварини мають дисбаланс обміну речовин, який можна вирівняти застосуванням кормових добавок, у даному випадку йдеться про нестачу жовчі

для засвоєння жирів. Організму бракує ресурсів для перетравлювання жиру і його частина втрачається (Juhno, 2012; Marin et al., 2015).

Зі зростаючою продуктивністю у свинарстві жири, через високий вміст у них енергії, будуть все більше ставати компонентом, що визначає якість кормового раціону.

Natufactant 250 – багатокомпонентний емульгатор, розроблений у вигляді сухого порошкового продукту для безпосереднього додавання в корм, який поліпшує процес поглинання енергії з жирів та олій у кормах за рахунок кращого емульгування та гідролізу жиру у свиней. Він також містить зволожувач і змашувач для ефективної екструзії гранул, низку різних емульгаторів, спеціально налаштованих на різні цільові жири в кормах. Гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ) і розмір молекули продукту розроблені таким чином, щоб відповідати тригліциридам, що містяться в кормі. Препарат оптимізує всі етапи перетравлення жирів – емульгування, гідроліз і всмоктування поживних речовин.

Додавання синтетичних емульгаторів – відносно нова можливість збільшити активну поверхню жирів порівняно з іншими широковживаними кормовими добавками. Це зменшення витрат на олію в кормі і шанс понизити загальну собівартість корму. Збільшуючи активну поверхню жирів, емульгатори розширюють дію ліпаз і сприяють формуванню міцел. Позитивний ефект емульгаторів проявляється у зниженні засвоюваності жиру, і він зростає зі збільшенням рівня жиру в раціоні (Nettleton, 1995).

Застосування емульгатора жиру – це підвищення якості отримуваної продукції і зниження її собівартості.

Висновки

На основі лабораторних і науково-виробничих досліджень доведено ефективність введення до основного раціону молодняку свиней емульгатора жиру «Natufactant», який стимулює процеси травлення, засвоювання кормів, поліпшує фізіологічний стан тварин, збільшує швидкість зростання і зниження конверсії корму, що в цілому має практичне значення у підвищенні рентабельності галузі свинарства.

Використання раціону з додаванням кормової добавки «Natufactant» для годівлі поросят на дорощуванні сприяло збільшенню середньодобових приростів тварин на 15,3% порівняно з контролем, що викликає зменшення витрат кормових одиниць на одиницю приросту на 25,3%.

Перспективи подальших досліджень

Науково-технічний прогрес у тваринництві зумовлює появу нових препаратів або різновидів, для годівлі молодняку тварин. Вибір найбільш оптимальних варіантів та перспективних засобів вимагає наукового обґрунтування щодо їх практичного застосування для поліпшення якості продукції.

References

- Berry, S. (2004). Lipid analysis: Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids. *Nutrition Bulletin*, 29(1), 72–73.
- Cheah, Y., Loh, T., Akit, H., & Kimkool, S. (2017). Effect of synthetic emulsifier and natural biosurfactant on feed process and quality of pelletized feed in broiler diet. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 19(spe), 23–34.
- Fahy, E., Subramaniam, S., Brown, H. A., Glass, C. K., Merrill, A. H., Murphy, R. C., & Dennis, E. A. (2005). A comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 46(5), 839–861.
- Gregory, P. C., McFadyen, M., & Rayner, D. V. (1989). Control of gastric emptying in the pig: influence of duodenal infusions of glucose and emulsified fat. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 74(2), 109–119.
- Juhno V. M. (2012). Morfo-gistologichni osoblivosti vnutrishnih organiv porosjat za vikoristannja emul'govanogo zhiru [Morpho-histological features of the internal organs of piglets using emulsified fat]. *Visnik Sums'kogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu*, 12, 125–127 (in Ukrainian).
- Kononenko, S. I. (2013). Vlihanie zhirovyh dobavok na produktivnost' [Effects of fat supplementation on productivity]. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*, 93(09), 1–32.
- Kovalenko, V. F., & Juhno, V. M. (2005). Vpliv emul'govanih zhiriv na peretavnist' pozhivnih rechovin v organizmi porosjat [The effect of emulsified fats on the digestibility of nutrients in piglets]. *Visnik Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu*, 91, 13–16.
- Li, D. F., Thaler, R. C., Nelssen, J. L., Harmon, D. L., Allee, G. L., & Weeden, T. L. (1990). Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. *Journal of Animal Science*, 68(11), 3694.
- Lisicyn, A., Machigin, V., & Grigor'eva, V. (2007). Othody maslozhirovoj promyshlennosti v kormah [Waste from the oil and fat industry in feed]. *Kombikorma*, 1, 74.
- Marin, J., Macias, R., Briz, O., Banales, J., & Monte, M. (2015). Bile acids in physiology, pathology and pharmacology. *Current Drug Metabolism*, 17(1), 4–29.
- Nettleton, J. A. (1995). Introduction to fatty acids. *Omega-3 fatty acids and health*, 1–63.
- Parmley, K. L. S., Machado, C. R., & McNamara, J. P. (1996). Rates of lipid metabolism in adipose tissue of pigs adapt to lactational state and dietary energy restriction. *The Journal of Nutrition*, 126(6), 1644–1656.
- Pettigrew, J. E. (1981). Supplemental Dietary Fat for Periparturient Sows: a Review. *Journal of Animal Science*, 53(1), 107–117.
- Schwab, U., Seppänen-Laakso, T., Yetukuri, L., Ågren, J., Kolehmainen, M., & Laaksonen, D. E. (2008). Triacylglycerol fatty acid composition in diet-induced weight loss in subjects with abnormal glucose metabolism – the GENOBIN study. *PLoS ONE*, 3(7), e2630.
- Williams, C., & Buttriss, J. (2006). *Improving the fat content of foods*. Woodhead Publishing Limited.