

ЯКІСТЬ ШПИКУ ТА ЖИРНО-КИСЛОТНИЙ СКЛАД М'ЯСА СВИНЕЙ ЗА ВИКОРИСТАННЯ У ЇХ РАЦІОНАХ ГМ-СОЇ

С. Г. Зінов'єв¹, канд. с.-г. наук, с. н. с.,
С. А. Манюненко¹, канд. с.-г. Наук,
Д. О. Біндюг², канд. с.-г. наук

¹Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН
вул. Шведська Могила 1, м. Полтава, 36013, Україна

²Полтавська державна аграрна академія
вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Досліджено вплив повножирової екструдованої генетично модифікованої сої (RR, GTS 40.3.2) на фізико-хімічні показники якості шпику та жирнокислотний склад м'яса молодняка свиней. Встановлено, що сало свиней, що отримували ГМ-сою, містило на 15,38 % більше загальної вологи, коефіцієнт рефракції був вищим (1,4585 проти 1,4573), тоді коли температура плавлення навпаки, була меншою на 1,37 °С. Ці дані підтверджуються зміною жирно-кислотного складу м'яса свиней. Так, за використання ГМ-сої у раціонах свиней зменшується вміст насичених жирних кислот на 1,657 % та відповідно зростає ненасичених. Змінилось співвідношення між ненасиченими та насиченими жирними кислотами, а саме зросло на 7,09 %, знизилось між лінолевою та ліноленою кислотами на 15,05 %, а між лінолевою та олеїною зросло в двічі. Спостерігається також зростання співвідношення між олеїною та стеариною кислотами з 4,936 до 5,760, що вказує на прискорення у них процесу ліпогенезу. Таким чином, згідно отриманих результатів виявлено незначний вплив ГМ-сої на обмін ліпідів у свиней.

Ключові слова: ГМО, СОЯ, СВИНІ, ШПИК, М'ЯСО, ЖИРНІ КИСЛОТИ.

З 1996 року, завдяки застосуванню генної інженерії в сфері створення нових сортів сільськогосподарських рослин, зокрема кормових, що мають ознаки, які відсутні в існуючих традиційних, було налагоджено у цілому світі масштабне промислове їх виробництво. Проте, сьогодні чисельні дослідження щодо впливу генетично модифікованих кормів на організм лабораторних та сільськогосподарських тварин досить неоднозначні і навіть суперечливі. Так наприклад, вчені М.-G. Javier A., С. de la Varca A.M. проаналізувавши 40 експериментальних досліджень, присвячених оцінці ризику впливу різних ліній генетично-модифікованих (ГМ) рослин на організм тварин, встановили, що у 20 з них виявлені статистично значимі відхилення показників фізіологічного стану тварин та біохімічних показників або навіть прояву незворотних змін в організмі. Це підтверджується науковими дослідженнями проведеними у 2002-2005 рр. М. Malatesta et al.: виявлено патологічні зміни в печінці та підшлунковій залозі піддослідних мишей, яким згодовували ГМ-сою, стійку до гербіциду раундап [1, 2]. У потомства першого і другого покоління, що народилися від самок, які тривалий час одержували ГМ-сою, спостерігали достовірне збільшення маси тіла стосовно контрольних тварин, дисбаланс маси внутрішніх органів, а також ферментного спектра крові, що виражалось в статистично достовірному зниженні активності ферментів амілази, лужної фосфатази й пероксидази [3].

Виявлено, що використання протягом двох поколінь у раціонах сільськогосподарських тварин генетично модифікованої сої прискорює фізіологічне старіння яєчників [4]. Так, встановлено, що згодовування свиням упродовж 2 – 3 поколінь ГМ-сої викликає зниження їх

відтворювальної здатності та спричиняє одержання мертвонароджених порослят [5]. Страждають від застосування ГМ-сої також інші внутрішні органи: у бройлерів виявлено запальні і дегенеративні ураження печінки, гіпертрофію м'язів, некроз геморагічної сумки та нирок, поверхневу виразку кишечника та дистрофію підшлункової залози [6]. Суттєві зміни функції нирок і печінки, виникнення пухлин молочних залоз, ймовірно вказують на негативний вплив генетично модифікованих організмів (ГМО) наявних у кормі на організм піддослідних щурів [7]. Довгострокові дослідження протягом 22,7 тижнів стосовно використання раціонів годівлі свиней в присутності ГМО обумовили у 32 % дослідних тварин виникнення гострих шлункових запалень [8].

Разом з тим, є наукові дані, які не підтверджують негативний вплив ГМО на здоров'я та фізіологічний стан тварин. У щурів, що протягом трьох поколінь отримували ГМ-сою не виявлено негативної дії ГМ компонентів [9]. Згідно з іншими даними, встановлено не суттєвий вплив тримісячного згодовування щурам генетично-модифікованої сої (3Ø5423 × 40-3-2) на їх фізіологічний стан та здоров'я [10]. Камеральні дослідження [11] 12 довготривалих експериментів (тривалістю від 90 днів, до 2 років), в яких було задіяно від 2 до 5 поколінь піддослідних тварин, також вказують на відсутність вірогідного впливу ГМО на їх здоров'я та продуктивність, і лише спостерігались незначні відхилення окремих показників, які не виходили за межі фізіологічної норми.

Таким чином, суперечливі наукові дані, відносно існуючих ризиків за умов застосування кормів з наявністю ГМО, або їх відсутність за окремими напрямками впливу, вказують на необхідності здійсненні подальших досліджень такого плану, оскільки кількість вітчизняних та зарубіжних досліджень, все ще недостатня, для встановлення кінцевого вердикту [12]. Слід також зазначити, що в останні роки свиня стала визнаною моделлю для дослідження фізіології функціонування систем організму, схожого з людським [13], що суттєво наближає науковців до розв'язання проблеми використання ГМО. По скільки ГМ-соє та продукти її переробки, є основною білковою кормовою культурою у свинарстві, вона повинна всебічно оцінюватись на предмет її придатності не тільки для підвищення продуктивності тварин але й якості отриманої від них продукції, м'яса та сала.

Саме тому метою наших досліджень було дослідити пролонгований вплив ідентифікованих ліній екструдованої ГМ-сої у складі раціонів годівлі свиней на фізико-хімічні показники якості шпиків та жирно-кислотний склад м'яса.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в умовах ДП «Експериментальна база «Надія» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Дослідження на свинях здійснювали відповідно до Міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментів над ними та в інших наукових цілях.

Для проведення науково-господарського дослідження, згідно з існуючою методикою [14], було сформовано дві групи свиней полтавської м'ясної породи, по 19 голів у кожній, до складу яких входили свинки, кабанчики та кнурці – аналоги за віком та живою масою (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна схема науково-господарського дослідження

Дослідні групи	Умови годівлі свиней	Кількість сої у комбикормі за масою, %	Кількість тварин
I контрольна	Основний раціон (ОР) + звичайна повножирова екструдована соя	5	19
II дослідна	ОР + ГМ-соє повножирова екструдована	5	19

Свиням контрольної групи, як і їх батькам, протягом періоду вирощування згодовували повноцінний комбикорм одним з інгредієнтів якого була повножирова екструдована соє сорту «Ворскла» (без ГМО), а дослідної – аналогічний комбикорм до складу якого входила

повножирова екструдована ГМ-соя (RR, GTS 40.3.2) (табл. 2). Свинки та кабанчики утримувались у групових станках по 6 – 8 голів, а кнурці по 4 – 5 голів, з вільним доступом до кормів та води. Протягом періоду вирощування свиней здійснювався контроль за станом їх здоров'я, інтенсивністю росту та розвитку шляхом періодичного зважування.

Таблиця 2

Склад комбікорму для свиней

Інгредієнти	Кількість, %:	
	за масою	за поживністю
Ячмінь	10,0	10,2
Овес	10,0	9,2
Соя екструдована повножирова	5,0	5,8
Кукурудза	35,0	38,0
Пшениця	20,0	21,7
Висівки пшеничні	10,0	6,6
Макуха соняшникова	5,0	5,5
Премікс	3,5	3,0
Сіль, кг	0,5	
Крейда, кг	1,0	
Разом	100,0	100,0

По досягненню тваринами забійної живої маси (90-100 кг) з кожної групи було відібрано та забито по 3 голови. Після забою свиней туші охолоджували, витримували протягом 24 годин за температури +4 °С та відбирали зразки найдовшого м'язу спини з прилеглим до нього салом для проведення фізико-хімічних досліджень [15].

Для екстракції ліпідів м'язова тканина подрібнювалась та висушувалась до повітряно-сухого стану. Затим відбиралась дослідна проба вагою 0,5 г, додавали 3 см³ гексану, ретельно струшували протягом 2 хв та підігрівали суміш до кипіння. При цьому екстрагувались нейтральні та загальні ліпіди. Протягом 5 хв суспензію центрифугували при 2000 об/хв і до 2 см³ отриманого екстракту, додавали 0,5 см³ 10 % метилату натрію в метанолі та інтенсивно струшували 2 хв. Після відстоювання протягом 5 хв. відбирали пробу верхнього прозорого шару об'ємом 0,003 см³, яка за допомогою мікрошприца вносилась у випаровувач хроматографа для аналізу.

Для визначення жирнокислотного складу м'яса використовувався хроматограф «Кристал 2000М» з капілярною колонкою HP FFAP 50m×0,32mm×0,2mm, з нанесеною стаціонарною фазою ПЕГ – 20М модифікованою фталатами. Газ-носії – азот, температура колонки – 210 °С, детектора – 250 °С, випаровувача – 220 °С. Для ідентифікації отриманих результатів використовувались речовини з відомим жирнокислотним складом, а саме: вершкове та кокосове масло, соняшникову олію та метилстеарат. Кількісний аналіз проводили використовуючи внутрішню нормалізацію, тобто сума піків усіх компонентів досліджуваної проби приймалась за 100 % [16].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програм Microsoft Excel 2012 і Statistica 10.0, попередньо перевіривши нормальність їх розподілу за W тестом Шапіро-Вілка й тестом Лілієфорса. Розраховувалися такі показники описової статистики як: середнє і його помилка ($\bar{X} \pm S_x$), довірчий інтервал (95 % ДІ), стандартне відхилення (S) і коефіцієнт варіації (Cv) по вибірці. Вірогідність різниці (p) розраховували з використанням t-тесту для незалежних вибірок [17].

Результати й обговорення. За використання у раціонах свиней генетично модифікованої сої суттєвих змін, порівняно з контролем, у їх рості та розвитку не виявлено. Проте, встановлена тенденція до зміни фізико-хімічних показників якості шпику молодняка свиней. Так, у салі свиней, що отримували ГМ-сою було на 15,380 % більше загальної вологи (табл. 3). Коефіцієнт рефракції сала свиней дослідної групи був в межах норми, проте дещо

вищим, ніж у контрольній (1,4585 проти 1,4573), тоді коли температура плавлення навпаки, була меншою на 1,37 °С. Це свідчить про те, що хребтове сало дослідних тварин містить більше ненасичених жирних кислот, а тому воно менш придатне до зберігання.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники якості шпиків молодняка свиней підслідних груп (n = 3)

Показники	I (контрольна)		II (дослідна)		± до I групи, %
	$\bar{X} \pm S_x$	C_v	$\bar{X} \pm S_x$	C_v	
Загальна волога, %	5,4400±0,6000	19,11	6,2767±1,0718	29,57	+15,38
Коефіцієнт рефракції, од. опт	1,4573±0,0004	0,05	1,4585±0,0008	0,09	+0,08
Температура плавлення, °С	37,9000±1,0536	4,81	36,5333±1,4518	6,88	-3,61

Між показниками жирно-кислотного складу внутрішньом'язового жиру підслідних свиней різних груп вірогідної різниці також не встановлено. Проте, за умов тривалого використання ГМ-сої у свиней другого покоління виявлено певні зміни жирно-кислотного складу зразків найдовшого м'язу спини (табл. 4). Згідно з отриманими даними, встановлено тенденцію до зростання відносного вмісту наступних насичених жирних кислот – каприлової на 0,004 %, капринової на 0,019 %, лауринової на 0,012 % та арахідової 0,014 %. У той же час, вміст міристинової, пальмітинової та стеаринової кислот знизився відповідно на 0,065 %, 0,394 %, 1,247 %. В цілому відносна кількість насичених жирних кислот у зразках найдовшого м'язу свиней дослідної групи була меншою порівняно з контролем на 1 655 % (36,778 % проти 38,433 %).

Таблиця 4

Жирно-кислотний склад м'яса свиней за умов згодовування ГМ-сої, % за масою (n=3)

Жирні кислоти та код	Контроль (Без ГМО)		Дослід (ГМО)		Різниця, ±	p
	$\bar{X} \pm S_x$	C_v	$\bar{X} \pm S_x$	C_v		
Каприлова, С 8:0	0,024±0,0055	40,572	0,028±0,0057	35,434	+0,004	0,628
Капринова, С 10:0	0,174±0,0182	18,123	0,193±0,0222	19,931	+0,019	0,550
Лауринова, С 12:0	0,097±0,0084	15,063	0,109±0,0174	27,624	+0,012	0,557
Міристинова, С 14:0	1,479±0,0667	7,808	1,414±0,0673	8,248	-0,065	0,532
Пальмітинова, С 16:0	25,805±1,0690	7,175	25,411±0,2936	2,001	-0,394	0,740
Стеаринова, С 18:0	10,709±0,5303	8,577	9,463±0,2472	4,525	-1,247	0,100
Арахідонова, С 20:0	0,145±0,0629	74,862	0,160±0,0300	32,494	+0,014	0,847
Сума насичених ж. к.	38,433±1,0993	4,954	36,778±0,5349	2,519	-1,655	0,247
Пальмітоолеїнова, С 16:1	4,964±0,3512	12,256	5,191±0,1583	5,284	+0,227	0,587
Олеїнова, С 18:1	52,866±1,1184	3,664	54,507±0,6887	2,188	+1,641	0,280
Лінолева, С 18:2	2,847±0,1672	10,172	2,651±0,1495	9,768	-0,196	0,431
Ліноленова, С 18:3	0,130±0,0152	20,352	0,201±0,0962	83,098	+0,071	0,507
Гондоїнова, С 20:1	0,761±0,2005	45,664	0,674±0,0453	11,638	-0,087	0,695
Сума ненасичених ж. к.	61,567±1,0997	3,094	63,223±0,5340	1,463	+1,657	0,247
Загальна сума	100		100			
Ненасичені / насичені	1,606±0,0767	8,27	1,720±0,0394	3,97	+7,09	0,257
Лінолева / ліноленова	22,271±1,5219	11,84	18,919±6,0279	55,19	-15,05	0,618
Лінолева / олеїнова	0,002±0,0003	22,64	0,004±0,0018	85,28	+51,22	0,535

У той же час необхідно відмітити, що зріс вміст насичених внутрішньом'язових жирних кислот (ВЖК) які містяться у досліджуваних пробах м'яса у незначних кількостях (С 8:0, С 10:0, С 12:0, С 20:0), а зменшився тих, кількість яких була у м'ясі досить суттєва, а саме, С 14:0, С 16:0, та С 18:0. Найбільшу варіативність у контрольних зразках м'яса мала каприлова та арахідонова жирні кислоти, відповідно 40,572 та 74,862 %, а найменшу – міристинова та пальмітинова (в межах 8,000 %). У м'ясі свиней дослідної групи варіативність лауринової кислоти становила 27,624 % і перевершувала контроль майже вдвічі, тоді коли пальмітинової та стеаринової була суттєво нижчою.

Щодо ненасичених жирних кислот, необхідно відмітити підвищення вмісту у дослідних зразках м'яса порівняно з контролем пальмітоолеїнової кислоти на 0,227 %, олеїнової на 1,641 % та ліноленової кислот на 0,071 %, тоді коли кількість лінолевої та гондоїнової кислот була меншою на 0,196 % та 0,087 %, відповідно. В цілому, загальна кількість ненасичених жирних кислот зросла на 1,657 %. Відповідно змінилось також співвідношення між ненасиченими та насиченими жирними кислотами, а саме зросло на 7,09 %, і знизилось між лінолевою та ліноленовою кислотами на 15,05 %, а між лінолевою та олеїновою зросло в двічі. За використання ГМ-сої у годівлі тварин спостерігається зростання співвідношення між олеїновою та стеариновою кислотами з 4,936 до 5,760, що вказує на прискорення процесу ліпогенезу у них, і співпадає з попередніми нашими експериментами [18]. Таким чином, згідно отриманих результатів виявлено невірогідні зміни якості шпигу та жирно-кислотного складу м'яса свиней, при згодовуванні їм генетично-модифікованого корму у кількості 5 % від маси раціону, що вказує на допустимість його використання у свинарстві.

ВИСНОВКИ

1. Понижена температура плавлення шпигу (36,5333 °C) дослідних свиней, напевно, обумовлена зміною жирно-кислотного його складу.

2. Сума лінолевої, ліноленової та арахідонової жирних кислот, які приймають активну участь у синтезі білків та ліпідів, регулюванні процесів окислення в організмі ідентична у м'ясі дослідних і контрольних свиней, що в певній мірі гарантує високий рівень його безпеки для людини.

2. Жирно-кислотний склад внутрішньом'язового жиру, за умов згодовування свиням ГМ-сої, знаходився в межах фізіологічної норми і суттєво не відрізнявся від контролю, а отже м'ясо, за цим показником, цілком придатне до використання у харчовій промисловості.

Перспективи досліджень. Доцільно провести більш комплексні та масштабні дослідження впливу ГМ-сої на стан здоров'я свиней за різних умов годівлі.

BACKFAT QUALITY AND FATTY-ACID PROFILE OF PIG MEAT WHEN USED IN THEIR RATIONS GM-SOY

S. G. Zinoviev¹, S. A. Manjunenko¹, D. O. Bindyug²

¹Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of NAAS

1, Shvedska Mogila str., Poltava, 36013, Ukraine

²Poltava State Agrarian Academy

1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

SUMMARY

The effect of full-length extruded genetically modified soybean (RR, GTS 40.3.2) on the physicochemical characteristics of spike quality and fatty acid composition of pig meat of young pigs was investigated. It was found that the fat of pigs receiving GM-soya contained 15.38 % more of the total moisture, the refractive index was higher (1.4585 vs. 1.4573), while the melting point was, by contrast, less than 1.37 °C. These data confirm the change in fatty acid composition of pig meat. Therefore, for the use of GM soya in pigs, the content of saturated fatty acids decreases by 1.66 % and the unsaturated soils increase accordingly. The ratio between unsaturated and saturated fatty acids has changed, namely, it has increased by 7.09 %, decreased by 15.05% between linoleic and linolenic acids, and doubled between linoleic and oleinic. There is also an increase in the ratio between oleic and stearic acids from 4.936 to 5.760, indicating that they accelerate their lipogenesis process. Thus,

according to the obtained results, insignificant influence of GM-soya on lipid metabolism in pigs was revealed.

Keywords: GMO, SOY, SWINE, BACKFAT, MEAT, FATTY ACIDS.

КАЧЕСТВО ШПИКА И ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЯСА СВИНЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ИХ РАЦИОНАХ ГМ-СОИ

С. Г. Зиновьев¹, С.А. Манюненко¹, Д.А. Биндюг²

¹Институт свиноводства и агропромышленного производства НААН
ул. Шведская Могила, 1, г. Полтава, 36013, Украина

²Полтавская государственная аграрная академия
ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние полножировой экструдированной генетически модифицированной сои (RR, GTS 40.3.2) на физико-химические показатели качества шпика и жирнокислотный состав мяса молодняка свиней. Установлено, что сало свиней, получавших ГМ-сою содержало на 15,38 % больше общей влаги, коэффициент рефракции был выше (1,4585 против 1,4573), тогда как температура плавления наоборот, была меньше на 1,37 °С. Эти данные подтверждаются изменением жирнокислотного состава мяса свиней. Так, за использование ГМ-сои в рационах свиней уменьшается содержание насыщенных жирных кислот на 1,657 % и соответственно растет ненасыщенных. Изменилось соотношение между ненасыщенными и насыщенными жирными кислотами, а именно выросло на 7,09 %, снизилось между линолевой и линоленовой кислотами на 15,05 %, а между линолевой и олеиновой возросло в два раза. Наблюдается также рост соотношения между олеиновой и стеариновой кислотами с 4,936 до 5,760, что указывает на ускорение в них процесса липогенеза. Таким образом, согласно полученным результатам выявлено незначительное влияние ГМ-сои на обмен липидов у свиней.

Ключевые слова: ГМО, СОЯ, СВИНЬИ, ШПИК, МЯСО, ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

ЛІТЕРАТУРА

1. Magaca-Gymez J. A. Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. / Magaca-Gymez J. A, Calderyn de la Barca A. M. // Nutrition Reviews. 2008. – V. 67, № 1. – P. 1–16.
2. Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean / M. Malatesta, C. Tiberi, B. Baldelli [et al.] // Eur. J. Histochem., 2005. – V. 49. – P. 237–242.
3. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. / Séralini G., Clair E., Mesnage R. [et al.] // Environ Sci Eu, – 2014. – 26(1), p.14
4. Гормональная регуляция половой функции и гистологические особенности яичников в эксперименте при использовании в пищу ГМО-сои / Т. В. Горбач, И. Ю. Кузьмина, Г. И. Губина-Вакулик, Н. Г. Колоусова // Таврический медико-биологический вестник. – 2012, том 15, №2, ч. 2 (58). – С. 235–238
5. Вплив довготривалого згодовування трансгенної сої на відтворювальну здатність свиней / М. Ф. Кулик, Я. М. Кулик, Ю. В. Обертюх, В. В. Хіміч // Розведення і генетика тварин. - 2015. - Вип. 49. - С. 213-220. - Режим доступу:http://nbuv.gov.ua/j-pdf/rgt_2015_49_36.pdf

6. Multiple organ histopathological changes in broiler chickens fed on genetically modified organism / Cîrnatu, D., Jompan A., Sin A.I., Zugrav C.A. // *Rom J Morphol Embryol*, 2011, 52 (Suppl. 1), P. 475–480.
7. *Séralini G.* New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity / Gilles-Eric Seralini, Dominique Cellier, Joel Spiroux de Vendomois // *Aech. Environ. Contam. Toxicol.*, 2007. – v. 52. – P. 596–602.
8. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet / Carman J., Vlieger H., Ver Steeg L. [et al.] // *Journal of Organic Systems*, 2013, 8(1).
9. Фізіологічний вплив бобів сої нативного та трансгенного сортів на організм самок щурів третього покоління / О. П. Долайчук, Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук, М. І. Храбко // *Біологія тварин*. – 2013. – т. 15, № 3. – С. 22–30.
10. Sub-chronic feeding study of stacked trait genetically-modified soybean (3Ø5423 × 40-3-2) in Sprague–Dawley rats. / Qi, X., He X., Luo Y., Li S. [et al.] // *Food and Chemical Toxicology*, 2012, 50 (9), P. 3256–3263.
11. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review / C. Snell, A. Bernheim, J. Bergé [et al.] // *Food and Chemical Toxicology*, 2012. – 50 (3-4). – P. 1134–1148.
12. No scientific consensus on GMO safety / Hilbeck A., Binimelis R., Defarge N. [et al.] // *Environmental Sciences Europe*, 2015, 27:4.
13. Critical review evaluating the pig as a model for human nutritional physiology / Roura E., Koopmans S., Lallès J., [et al.] // *Nutrition Research Reviews*, 2016. – 29(1), 60-90. doi:10.1017/S0954422416000020
14. Методики исследований по свиноводству. – Харьков: ВАСХНИЛ. Южное отделение, 1977. – С. 69–83.
15. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности, качества мяса и подкожного жира свиней / В. А. Коваленко [и др.] – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 64 с.
16. Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот: ДСТУ ISO 5508–2001 (ISO 5508:1990). – [Чинний від 2003–01–01]. – К. : ДП УкрНДНЦ, 2003. — 15 с. (Національний стандарт України).
17. Stanton A. Glantz. *Primer of biostatistics: sixth edition.* McGraw-Hill Professional, 2005. – 520 p.
18. Зінов'єв С. Г. Стан внутрішніх органів та якість продуктів забою за умов наявності у раціоні генетично-модифікованої сої / С. Г. Зінов'єв, О. А. Біндюг, С. О. Семенов // *Свинарство*, 2016. – випуск 68. – С. 99–108

Рецензент – І. Б. Баньковська, д. с-г. н, с. н. с., Інститут свинарства і АПВ НААН.