

## Chemical, mineral and amino acid composition of pork in the application of selenium compounds in feed

L.V. Pirova, L.T. Kosior, Y.O. Mashkin, I.O. Lastovska

*Bila Tserkva National Agrarian University  
Bila Tserkva, Ukraine, Email: tehnologkaf@ukr.net  
Submitted 15.04.2017. Accepted 12.06.2017*

The productivity of young pigs grown for meat and slaughter quality of their products was estimated at use of feed with different levels and sources of selenium. Pigs of large white breed were used for scientific experiment that was carried out by method of groups (pairs-analogues). The level of inorganic and organic selenium in the diets of experimental groups was regulated by the introduction of feed of sodium selenite and Sel-Plex. Part of selenium in mixed fodder of poultry control group was 0.07 mg/kg of dry matter and in the fodder of pigs of 2-th, 3-th, 4-th and 5-th research groups that were 0.2; 0.2; 0.3 and 0.4 mg/kg of dry matter respectively. The animals of second group were administered in feed sodium selenite and 3, 4 and 5<sup>th</sup> – Sel-Plex. The feeding was done by group and feed was distributed twice – in morning and evening. It was proved introducing selenium in feed young pigs was improved the quality and biological value of meat. The inclusion of organic selenium at 0.3–0.4 mg/kg dry matter was contributed to increasing concentrations of selenium in meat by 36.8 and 48.0 %, copper – by 25.6 and 26.8, zinc – 20.8 and 21.3 % and was reduced the concentration of cadmium in 29.7–35.1 % mercury – in 18.8–19.2 % in meat. It was determined to trend to increasing of lead content in products slaughter of animals experimental groups. The use of sodium selenite compared to the organic compound is less positive impact on meat quality of pigs.

**Key words:** selenium, pigs, meat, chemical composition, minerals, amino acids.

---

## Хімічний, мінеральний і амінокислотний склад м'яса свиней за введення селеновмісних добавок у раціон

Л.В. Пірова, Л.Т. Косіор, Ю.О. Машкін, І.О. Ластовська

*Білоцерківський національний аграрний університет  
Email: tehnologkaf@ukr.net*

Проведено оцінку продуктивності молодняку свиней, яких вирощували на м'ясо, і якість їх продуктів забою, за використання комбікормів з різними рівнями і джерелами селену. Матеріалом для науково-господарського дослідження були поросята великої білої породи. Рівень неорганічного і органічного селену у раціонах дослідних груп регулювався за рахунок введення до комбікорму селеніту натрію і сел-плексу методами вагового дозування та багатоступеневого змішування. Кількість селену у комбікормі для свиней контрольної групи становила 0,07 мг/кг сухої речовини (природний вміст), у раціонах свиней 2-ї, 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп – відповідно 0,2; 0,2; 0,3 і 0,4 мг/кг сухої речовини. Тваринам 2-ї групи до комбікорму вводили селеніт натрію, а 3, 4 і 5-ї – сел-плекс. Комбікорми згодовували у сухому розсипному вигляді. Годівля молодняку була груповою. Добову кількість комбікорму роздавали дворазово – вранці та ввечері. Встановлено, за введення селену в комбікорм молодняку свиней спостерігалася тенденція до підвищення якісних показників та біологічної цінності м'яса. Включення органічного селену на рівні 0,3–0,4 мг/кг сухої речовини сприяло підвищенню концентрації у м'ясі селену на 36,8 і 48,0 %, міді – на 25,6 і 26,8, цинку – на 20,8 і 21,3 % і зниженню концентрації кадмію на 29,7–35,1 %, ртуті – на 18,8– 19,2 % у м'ясі. Виявлено тенденцію до зниження вмісту свинцю у продуктах забою тварин дослідних груп. Використання селеніту натрію, порівняно з органічною сполукою, має менш позитивний вплив на якість м'яса свиней.

**Ключові слова:** селен, свині, м'ясо, хімічний склад, мінеральні речовини, амінокислоти.

---

## Вступ

Забезпечення високої продуктивності свиней та якості продуктів їх забою залежить від повноцінної і збалансованої годівлі не тільки за енергією і протеїном, а й мінеральними речовинами, у тому числі мікроелементами. У сучасних умовах природна нестача мікроелементів у раціонах тварин посилюється за рахунок техногенного забруднення (Borisenko, 2004; Savchenko et al., 2008). При цьому зростає дисбаланс хімічних елементів як у довіллі, так і в біологічних об'єктах. Потрапляючи до організму, важкі метали витісняють біогенні мікроелементи із тканин і замінюють їх у метаболічних процесах. Виникає дефіцит мікроелементів, що спричиняє значні збитки як через загибель тварин, так і через зниження продуктивності та біологічної повноцінності продукції тваринництва, зокрема свинарства (Mahan et al., 1996; Surai, 2007; Fairweather-Tait et al., 2011; Joksimović, Todorović et al., 2012; Lisiak et al., 2014). Потрапляючи до організму з водою та кормами, важкі метали знижують загальну резистентність організму тварин, засвоювання поживних речовин, а також забруднюють м'ясо (Polischuk et al., 2009; Bulavkina et al., 2008), що негативно впливає на здоров'я людей – споживачів цього продукту. Основним шляхом захисту тварин від токсичних речовин є підвищення загальних захисних функцій організму та створення умов годівлі, що сприяють виведенню токсинів. Цього можливо досягти введенням до раціонів тварин селеновмісних добавок. Оскільки сполуки селену характеризуються високою ефективністю відносно запобігання токсичного впливу солей ртуті, кадмію, свинцю, миш'яку (Ognjanovic et al., 2008; Grosicki et al., 2002; Yang et al., 2008; Saxena et al., 2007).

Відомо, що однією з властивостей селену є здатність його за фізіологічним рівнем у плазмі крові утворювати біологічно недоступні сполуки з важкими металами, що є важливими для функціонування системи захисту організму від токсичного впливу окремих елементів (Batorska et al., 2017; Tishenkov et al., 2007; Magos et al., 1987; Calvo et al., 2017; Mateo et al., 2007). Результати досліджень із питань взаємодії селену та важких металів в організмі тварин засвідчили доцільність використання селеновмісних препаратів у раціонах із метою зменшення трансформації ртуті, кадмію і свинцю у продукцію (Reddy et al., 1981; Yang et al., 2008; Grosicki et al., 2002; Payne et al., 2005; Upton et al., 2009; Zhan et al., 2007). Проте, введення різних доз і джерел селену у комбікорми для свиней і їх взаємодія з компонентами комбікормів, вплив на перетравність корму, обмін речовин, баланс мікроелементів, якість свинини вивчені недостатньо. Таким чином, дослідження з визначення оптимальних доз селену з урахуванням його біологічної доступності з органічних і неорганічних джерел у раціонах молодняку свиней на відгодівлі та з метою зменшення надходження важких металів, зокрема кадмію, свинцю і ртуті в продукцію свиней є актуальними.

Тому метою наших досліджень було вивчення ефективності згодовування молодняку свиней на відгодівлі різних доз і джерел селену та встановлення його впливу на вміст важких металів у продуктах забою.

## Матеріал і методика досліджень

Дослідження із встановлення оптимального рівня і джерела селену у повнораціонних комбікормах для свиней проводили в умовах свиноферми ТОВ „Пилипчанське” Київської області. Відповідно до схеми досліду (табл. 1) з поросят віком 2,5 місяці, за методом груп, було сформовано 5 груп, по 10 голів у кожній.

Таблиця 1. Схема науково-господарського досліду

Група	Кількість тварин, голів	Особливості годівлі	
		зрівняльний період (15 діб)	основний період (150 діб)
1-контрольна	10	ПК	ПК (вміст Se – 0,069 мг/кг сухої речовини)
2-дослідна	10	ПК	ПК + Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> (вміст Se – 0,2 мг/кг сухої речовини)
3-дослідна	10	ПК	ПК + сел-плекс (вміст Se – 0,2 мг/кг сухої речовини)
4-дослідна	10	ПК	ПК + сел-плекс (вміст Se – 0,3 мг/кг сухої речовини)
5-дослідна	10	ПК	ПК + сел-плекс (вміст Se – 0,4 мг/кг сухої речовини)

Примітка. ПК – повнораціонний комбікорм

Для досліду тварин в групі підбирали за принципом пар-аналогів. Тварин-аналогів підбирали з одного гнізда за походженням, віком, статтю та живою масою (Koponen et al., 2003).

Піддослідним тваринам усіх груп у основний період згодовували повнораціонний комбікорм, який включав ячмінь, пшеницю, кукурудзу, соєвий шрот, з додаванням кормових дріжджів, сінного борошна, вітамінно-мінерального преміксу та мінеральних добавок (сіль кухонна, крейда кормова, дикальційфосфат). Балансування раціонів у зрівняльний і основний періоди здійснювали за деталізованими нормами годівлі молодняку свиней з урахуванням зміни живої маси тварин і поїдання ними кормів (Kalashnikov A. P. et al., 2003). Відповідно до біологічної закономірності росту свиней, відгодівля складалася з періодів: вирощування від 40 до 70 кг і відгодівлі від 71 до 120 кг живої маси. Комбікорми для піддослідних тварин зважували щоденно для кожної групи. Різниця у годівлі тварин полягала у тому, що тваринам контрольної групи згодовували комбікорм з фактичним вмістом селену в раціоні – 0,069 мг/кг сухої речовини, а до комбікорму тварин дослідних груп додатково вводили селеновмісні сполуки.

Після закінчення науково-господарського експерименту проводили контрольний забій свиней (по три голови з кожної групи) з наступним обвалюванням напівтуш для визначення морфологічних та фізико-хімічних показників продуктів забою. Для забою відбирали тварин з живою масою, що відповідала середній величині по групі. Забій проводили, керуючись відповідними нормами про захист тварин під час забою (European Communities, 2009).

Дослідження фізико-хімічних властивостей м'яса проводили за традиційними методиками (Polivoda et al, 1977). Активну кислотність (рН) – за допомогою стаціонарного рН-метра типу рН-340. Вологоутримуючу здатність м'яса – прес-методом за Ф.Грау і Ф. Гамма в модифікації В. Воловинської та В. Кельмана. Інтенсивність забарвлення – методом екстракції за Д. Февсоном і Кірсаммером. Ніжність м'яса – визначали за допомогою приладу типу Уорнера-Брацлера за силою, необхідною для перерізання зразка м'яса за 1 сек. Мармуровість – вираховували за відношенням кількості жирових включень, розміщених на поперечному розрізі досліджуваного м'яса до його площі. Амінокислотний склад найдовшого м'яса спини визначали на автоматичному аналізаторі ТТТ 339 з використанням катіоннообмінної смоли LG ANB з активною групою  $SO_3$  лабораторії Інституту біохімії ім. О.В. Паладіна (Polivoda et al, 1977). Мінеральний склад корму, м'яса – в лабораторії науково-технічного центру „Вириа-ltd” методом спектрального аналізу з використанням рентгено-флуоресцентного спектрометра та в обласній ветеринарній лабораторії м. Вишневе на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115-М1-ПК. Вміст ртуті визначали колориметрично згідно з ГОСТ- 26927-86 . Біометричну обробку даних здійснювали на ПЕОМ за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій (Plokhinskiy, 1969). В таблицях наведено середні значення та стандартне відхилення.

Оскільки ми вивчали протекторні властивості селену в залежності від дози і джерела його в раціонах тварин, визначали вміст мікроелементів у комбікормах. Дані відносно мінерального складу свідчать, що вміст міді, цинку, кадмію, свинцю і ртуті в комбікормах знаходився в межах максимально допустимого рівня.

Селену у раціонах свиней контрольної групи містилося у 14,5, 2 і 3-ї дослідних груп – у 5 разів, 4 і 5-ї – у 3,3 і 2,5 рази менше порівняно з максимально допустимим рівнем елемента у комбікормах для свиней.

**Таблиця 2.** Вміст важких металів в комбікормі піддослідних свиней , мг/кг сухої речовини

Елемент	Вміст	МДР, мг/кг
Se	0,07	1,0
Pb	1,04	5,0
Cd	0,16	0,40
Hg	0,04	0,10
Cu	11,50	80,0
Zn	80,60	100,0
Mn	59,80	-
Fe	104,30	200,0
Co	0,92	2,0

Примітка. МДР – максимально допустимий рівень

## Результати досліджень та їх обговорення

Якість м'яса, його технологічні та хімічні властивості значною мірою залежать від віку, статі, вгодованості тварин, а також утримання та складу кормів, що споживають тварини. Основними показниками якості м'яса є ніжність, мармуровість, колір, вологоутримуюча здатність і соковитість. Аналіз даних свідчить, що м'ясо свиней контрольної і дослідних груп характеризувалося високими якісними показниками (табл. 3). Про ніжність м'яса судили по силі, яка необхідна для перерізання зразка: чим м'ясо жорсткіше, тим більше потрібно часу для перерізання. Отже, вищий показник часу характеризує меншу ніжність і більшу жорсткість м'яса.

Найвища ніжність м'яса виявлена у тварин 4 і 5-ї дослідних груп. За цим показником свині цих груп переважали контрольних аналогів на 5,5 і 5,1 % відповідно. Тварини 2 і 3-ї дослідних груп за ніжністю м'яса мали перевагу над тваринами контрольної групи, відповідно, на 1,5 і 3,2 %.

Мармуровість м'яса пов'язана з характером розміщення жирових включень в м'язовій тканині. Найбільшу харчову цінність має мармурове м'ясо, в якому жир міститься в середині м'язових волокон, між окремими групами м'язів, що надає йому соковитість і ніжність. У свиней дослідних груп відмічено тенденцію до зменшення мармуровості м'яса порівняно з контролем, що має пряму кореляцію із зниженням вмісту жиру в м'язовій тканині.

Колір м'яса є об'єктивним показником при оцінці якості і обумовлений барвами всіх його тканин, особливо наявністю міоглобіну – глобулярного білку. За умови правильного забою і знекровлення тварин у м'язовій тканині зводиться до мінімуму наявність пігментів гемоглобіну і продуктів його окиснення. За інтенсивністю забарвлення м'яса свині дослідних і контрольної груп істотно не відрізнялось між собою. Проте, менш інтенсивним було забарвлення у м'язовій тканині свиней 4 і 5-ї дослідних груп, що споживали органічну форму селену у вигляді сел-плексу у дозі селену 0,3 і 0,4 мг/кг сухої речовини. Різниця за цим показником у тварин цих груп і контролем становила 3,8 і 3,7 % відповідно. З інтенсивністю забарвлення пов'язана активна кислотність м'яса, що визначається показником рН. Величина цього показника пов'язана з фізіологічним станом тварини перед забоєм і в певній мірі з кількістю глікогену в м'язовій тканині.

Чим його більше, тим більше утвориться молочної кислоти внаслідок розкладу глікогену після забою, що і зумовлює рівень рН.

**Таблиця 3.** Фізико-хімічні властивості м'яса свиней

Показник	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Ніжність, сек.	12,44±0,30	12,25±0,25	12,04±0,29	11,76±0,31	11,80±0,24
Мармуровість, %	10,83±0,14	10,84±0,15	10,76±0,33	10,66±0,39	10,68±0,27
Інтенсивність забарвлення, од. ек. x 100	70,71±0,75	71,0±0,92	70,28±2,47	68,04±0,71	68,07±1,19
Вологоутримуюча здатність, %	58,20±1,0	58,30±1,57	58,4±1,36	58,80±0,66	58,70±0,82
рН	5,63±0,07	5,61±0,08	5,58±0,05	5,51±0,055	5,52±0,09
Волога, %	73,10±0,58	73,50±0,60	73,60±0,35	74,10±0,51	74,0±0,30
Суша речовина, %	26,90±0,58	26,80±0,21	26,80±0,46	26,60±0,22	26,70±0,54
в т.ч. протеїн, %	20,90±0,32	21,10±0,21	21,20±0,54	21,80±0,30	21,80±0,30
жир, %	2,27±0,13	2,23±0,28	2,23±0,22	2,08±0,12	2,14±0,16
зола, %	1,07±0,11	1,09±0,09	1,10±0,06	1,11±0,08	1,12±0,09
БЕР, %	2,70±0,34	2,40±0,29	2,30±0,18	1,60±0,28	1,60±0,12

\*P<0,05 по відношенню до контрольної групи

Показник рН м'яса тварин контрольної і дослідних груп становив 5,63– 5,51, що характеризувало високу якість м'яса. За рН у м'ясі свині 4 і 5-ї дослідних груп поступалися аналогам контрольної групи на 2,1 і 2,0 % відповідно. Відмітимо, що ідеальним вважається значення рН 5,5, яке співпадає або близьке до ізоелектричної точки м'язових білків.

Ознакою високих технологічних властивостей м'яса, таких як, соковитість і ніжність є вологоутримуюча здатність. Високе значення рН (5,4–5,8) підвищує вологоутримуючу здатність м'яса. При низькій вологоутримуючій здатності м'ясо стає сухим і жорстким. Вологоутримуюча здатність м'яса свиней піддослідних груп характеризувала високу якість його. Різниця за цим показником між тваринами контрольної і дослідних груп була несуттєвою і становила – 0,1–0,6 %. Вміст води в м'ясі залежить від тканинного складу, в першу чергу, від вмісту жирової і сполучної тканин. З підвищенням вмісту жиру знижується вміст води. Вологість м'яса знаходиться в межах від 70 до 80 %. Порівняльна оцінка вмісту вологи в м'ясі забитих свиней виявила тенденцію деякого збільшення загальної вологи у м'ясі тварин дослідних груп, яким до комбікорму додавали селен.

За вмістом сухої речовини в м'ясі тварин дослідних груп різниці не виявлено. Вміст сирого протеїну, який підвищує біологічну цінність м'яса, був вищий за контроль у м'ясі тварин 2 і 3-ї дослідних груп на 0,2 і 0,3 %, 4 і 5-ї груп – на 0,9 % відповідно.

Харчова цінність м'яса в значній мірі залежить від вмісту в ньому жиру, який підвищує біологічну цінність і надає м'ясним продуктам приємні смакові якості. За вмістом жиру у м'язовій тканині свині 4 і 5-ї дослідних груп поступалися контролю 0, 2 і 0,1 % відповідно.

Виявлено тенденцію до підвищення вмісту сирого золи у м'ясі свиней дослідних груп. Проте, збагачення комбікорму селеном призвело до якісної зміни сирого золи. Зокрема, вміст кальцію та фосфору в м'язовій тканині свиней дослідних груп мало відрізнявся від контрольних показників. Варто відмітити незначне підвищення кількості цих елементів в м'ясі свиней дослідних груп відносно контролю (табл. 4).

**Таблиця 4.** Вміст мінеральних речовин в найдовшому м'язі спини свиней,

Елемент	Група				
	контрольна	дослідна			
	1	2	3	4	5
Кальцій	0,031±0,0017	0,032±0,0026	0,033±0,0035	0,035±0,0023	0,036±0,0052
Фосфор	0,22±0,038	0,23±0,026	0,24±0,015	0,26±0,023	0,27±0,032
Залізо, мг/кг	2,6±0,51	2,8±0,45	2,8±0,44	3,2±0,35	3,3±0,40
Марганець, мг/кг	0,14±0,015	0,16±0,015	0,17±0,029	0,20±0,023	0,22±0,032
Селен, мкг/кг	103,3±4,27	119,7±5,63	124,1±4,35*	141,3±5,65**	152,9±6,23**
Цинк, мг/кг	20,7±0,78	21,5±1,09	22,6±1,20	25,0±0,53**	25,1±1,04*
Мідь, мг/кг	0,82±0,024	0,86±0,079	0,87±0,049	1,03±0,043*	1,04±0,041*
Кадмій, мг/кг	0,037±0,0023	0,033±0,0034	0,031±0,0026	0,026±0,0026 *	0,024±0,0029*
Свинець, мг/кг	0,086± 0,0049	0,084±0,0052	0,082±0,0042	0,074±0,0056	0,072±0,0054
Ртуть, мкг/кг	2,55±0,128	2,44±0,340	2,34±0,298	2,07±0,100*	2,06±0,120*

\*P<0,05; \*\*P<0,01 по відношенню до контрольної групи

Введення селеновмісних сполук до раціонів свиней 2 і 3-ї дослідних груп сприяло підвищенню вмісту заліза у м'ясі, відповідно, на 7,7 %, а 4 і 5-ї – на 23,1 і 26,9 %. Вміст марганцю у найдовшому м'язі спини тварин 2, 3, 4 і 5-ї дослідних груп був вищим, відповідно, на 14,3; 21,4; 42,9; 57,1 %.

Головною метою досліджень було вивчення впливу згодовування піддослідним тваринам селеніту натрію та різних рівнів сел-плексу на вміст важких металів у продуктах забою. Стосовно цього проводили аналізи вмісту Se, Cd, Pb, Hg, Zn і Cu у м'язовій тканині. В результаті досліджень виявили, що вміст Se, Cd, Pb, Hg, Zn та Cu у м'ясі піддослідних свиней не перевищував гранично допустимої концентрації.

Як засвідчують дані застосування у годівлі молодняку свиней селеновмісних сполук сприяло підвищенню вмісту селену у продуктах забою тварин дослідних груп. Так, за вмістом селену у м'язовій тканині свині 2, 3, 4 і 5-ї дослідних груп перевищували контроль, відповідно, на 6,2; 20,1 ( $P<0,05$ ); 36,8 ( $P<0,01$ ) і 48,0 % ( $P<0,01$ ). У м'ясі підсвинків 3, 4 і 5-ї дослідних груп відкладалося селену, відповідно, на 13,1; 28,8 і 39,4 % більше, ніж у тварин 2-ї дослідної групи. Зазначимо, що комбікорми свиней 2-ї дослідної групи збагачували селенітом натрію, а до раціонів тварин 3, 4 і 5-ї дослідних груп вводили органічну сполуку селену – сел-плекс.

Використання сел-плексу у раціоні свиней дослідних груп сприяло підвищенню вмісту цинку у м'ясі на 9,2–21,3 %, а селеніту натрію – лише на 3,9 % порівняно з контролем. Збагачення комбікорму селеном сприяло підвищенню вмісту міді у м'ясі свиней дослідних груп. Так, у м'язовій тканині тварин цих груп відмічено вищий вміст міді на 4,9–26,8 % порівняно з тваринами контрольної групи. Залежно від рівня і джерела селену в раціонах зменшувався вміст важких металів у продуктах забою. Зокрема, відмічено зниження концентрації кадмію у м'ясі свиней дослідних груп на 10,8–35,1 % порівняно з контролем. Різниця між тваринами 2 і 3-ї дослідних груп становила 6,1 %. Зазначимо, що підсвинки цих груп отримували селен за рівнем 0,2 мг/кг сухої речовини. Проте до раціонів свиней 2-ї дослідної групи вводили селеніт натрію, а тварин 3-ї – органічну форму селену у вигляді сел-плексу.

Застосування для годівлі молодняку свиней селеновмісних сполук зумовило тенденцію до зниження вмісту свинцю у продуктах забою тварин дослідних груп. Сполуки ртуті негативно впливають на організм тварин і людей навіть у досить низьких концентраціях. Вміст цього елемента у м'язовій тканині свиней 3, 4 та 5-ї дослідних груп був нижчим порівняно з контролем, відповідно, на 8,2; 18,8 ( $P<0,05$ ) та 19,2 % ( $P<0,05$ ).

Одним з показників, які характеризують біологічну цінність м'яса, є амінокислотний склад білків м'язової тканини. Як засвідчують наші дані, застосування у годівлі молодняку свиней в якості джерела селену селеніту натрію та сел-плексу зумовило деякі зміни у азотистих складових м'язової тканини (табл. б).

**Таблиця 5.** Амінокислотний склад найдовшого м'яза спини свиней, г/100 г

Показник	Група				
	контрольна	Дослідна			
	1	2	3	4	5
Аргінін	2,18±0,22	2,19±0,21	2,22±0,18	2,23±0,18	2,23±0,16
Валін	3,86±0,25	3,88±0,18	3,94±0,13	3,96±0,13	3,95±0,14
Гістидин	1,66±0,31	1,67±0,19	1,68±0,12	1,70±0,14	1,70±0,09
Ізолейцин	3,09±0,19	3,10±0,12	3,13±0,12	3,17±0,11	3,16±0,11
Лейцин	4,04±0,15	4,05±0,17	4,07±0,12	4,11±0,13	4,09±0,12
Лізин	3,28±0,15	3,29±0,17	3,30±0,15	3,36±0,15	3,36±0,13
Метіонін	1,85±0,03	1,91±0,11	1,97±0,05	2,03±0,04*	2,02±0,04*
Треонін	2,73±0,23	2,73±0,16	2,75±0,09	2,76±0,10	2,76±0,09
Триптофан	1,34±0,04	1,35±0,04	1,36±0,04	1,37±0,03	1,37±0,03
Оксипролін	0,23±0,01	0,22±0,002	0,22±0,004	0,21±0,002	0,21±0,003
Фенілаланін	1,84±0,15	1,85±0,01	1,88±0,11	1,90±0,11	1,90±0,09
Загальний вміст НАК	25,87	26,02	26,30	26,59	26,54
Білково-якісний показник	5,98±0,280	6,13±0,235	6,29±0,089	6,50±0,189	6,46±0,059

\* $P<0,05$  по відношенню до контрольної групи

Так, виявлена тенденція підвищення вмісту незамінних амінокислот (НАК) у м'ясі свиней дослідних груп. Різниця за вмістом аргініну в м'язовій тканині тварин дослідних груп була в межах біологічної норми. За вмістом валіну в м'ясі свиней дослідних груп спостерігалася деяка тенденція до підвищення порівняно з контролем. Різниця за вмістом гістидину у м'язовій тканині тварин контрольної і дослідних груп теж була в межах біологічної норми.

За вмістом ізолейцину у м'ясі свині 2, 3, 4 та 5-ї груп переважали аналогів контрольної групи, відповідно, на 0,3; 1,6; 2,6 та 2,3 %, проте різниця між тваринами контрольної і дослідних груп була невірогідною. Незначну перевагу виявлено у м'язовій тканині свиней дослідних груп за вмістом лейцину. Цей показник у тварин дослідних груп знаходився в межах біологічної норми і був вищий за контроль на 0,2–1,7 %. Із незамінних амінокислот виділяють лізин, метіонін та триптофан, які називають критичними. Це амінокислоти, яких частіше всього не вистачає у раціонах тварин при використанні традиційних кормів. За ними перш за все нормують раціони моногастричних тварин.

Введення до раціону селеніту натрію та сел-плексу сприяло тенденції підвищення вмісту лізину у м'ясі свиней 2 і 3-ї дослідних груп на 0,3 і 0,6 %, а 4 і 5-ї груп – на 2,4 % порівняно з контрольними аналогами. Вміст метіоніну у м'язовій тканині свиней особливо важливий, оскільки це сірковмісна незамінна амінокислота. До складу молекули метіоніну замість сірки може включатись селен. У раціонах свиней 3, 4 та 5-ї дослідних груп селен містився в формі селенометіоніну. Теоретично, накопичення селену в м'язовій тканині мало відбутися переважно за рахунок цієї амінокислоти. При проведенні досліджень амінокислотного складу м'яса виявилось, що збагачення комбікормів селеновмісними сполуками органічного походження сприяло накопиченню метіоніну у м'ясі тварин 3, 4 та 5-ї дослідних груп, відповідно, на 6,5; 9,7 ( $P < 0,05$ ) та 9,2 % ( $P < 0,05$ ). У м'ясі тварин 2-ї дослідної групи за вмістом цієї амінокислоти відмічено тенденцію збільшення на 3,2 %. Різниця за вмістом треоніну в м'ясі між тваринами контрольної і дослідних груп була в межах біологічної норми.

Триптофан є структурним елементом білків та попередником багатьох біологічно активних речовин, у тому числі і вітамінів, тому ретельно контролюється в раціонах тварин. У тварин 2 і 3-ї дослідних груп спостерігалась тенденція збільшення вмісту триптофану у м'ясі, відповідно, на 0,7 і 1,5 %, 4 і 5-ї – на 2,2 % порівняно з контролем. Збагачення комбікормів селеном зумовило тенденцію зменшення у м'ясі свиней дослідних груп оксипроліну, який входить до складу білків сполучної тканини. У м'язовій тканині тварин 2-ї дослідної групи вміст цієї амінокислоти зменшувався порівняно з контролем на 1,8 %, а 3, 4 і 5-ї груп – на 3,6; 6,2 і 5,8 % відповідно. Оскільки триптофан міститься тільки в повноцінних білках і не міститься в білках сполучної тканини, а оксипроліну більше тільки в сполучнотканинних білках м'яса, відношення триптофану до оксипроліну має важливе біологічне значення.

За білково-якісним показником м'яса у тварин 2 і 3-ї дослідних груп виявлено тенденцію підвищення порівняно з аналогами контрольної групи, відповідно, на 0,2 і 0,3 %, 4 і 5-ї груп – на 0,5 %. Це свідчить про те, що введення до комбікормів молодняку свиней органічної сполуки селену у вигляді сел-плексу сприяло деякому збільшенню повноцінних білків у м'ясі. Із збільшенням вмісту незамінних амінокислот виявлена тенденція збільшення вмісту фенілаланіну у м'язовій тканині дослідних свиней.

Отже, введення до раціонів молодняку свиней селеновмісних сполук сприяло тенденції підвищення біологічної цінності м'яса. Найкращі показники відмічені у тварин 4 і 5-ї дослідних груп, які отримували сел-плекс з доведенням рівня селену в комбікормі 0,3–0,4 мг/кг сухої речовини. Про це свідчить тенденція підвищення білково-якісного показнику м'яса свиней цих груп на 0,5 %, а також вмісту незамінних амінокислот на 2,6–2,8 %.

## Висновки

Отже, фізико-хімічні властивості м'яса і сала показали, що введення селеніту натрію і сел-плексу до складу комбікорму молодняку свиней на відгодівлі забезпечує одержання високоякісної свинини. Зокрема у м'ясі тварин дослідних груп спостерігалась тенденція до підвищення ніжності, соковитості, вологоутримуючої здатності і вмісту сирого протеїну.

З введенням селену у повнораціонний комбікорм у м'ясі молодняку свиней збільшується вміст лізину (на 0,3–2,4 %), метіоніну (на 3,2–9,7 %), триптофану (на 0,7–2,2 %) за одночасного зменшення концентрації оксипроліну (на 1,8–6,2 %), що покращує якість свинини.

За використання у повнораціонному комбікормі органічної форми селену у дозі 0,3 і 0,4 мг/кг сухої речовини збільшується концентрація селену у м'ясі на 36,8 і 48,0 %, міді – на 25,6 і 26,8 і цинку – на 20,8 і 21,3 %. Доза селену 0,2 мг/кг сухої речовини незалежно від джерела елемента була менш ефективною.

Органічний селен в дозах 0,3 і 0,4 мг/кг сухої речовини помітно проявляє протекторні функції, що свідчить зменшення вмісту кадмію у м'язовій тканині свиней порівняно з контролем на 29,7 і 35,1 %, свинцю – 13,9 і 16,3 і ртуті – на 18,8 і 19,2 %. Поповнення нестачі селену у раціоні за рахунок введення неорганічної й органічної його сполук у дозі селену 0,2 мг/кг сухої речовини менш суттєво впливає на вміст цих елементів у м'ясі свиней.

## References

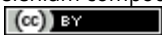
- Batorska, M., Więcek, J., Rekiel, A. (2017) Influence of organic vs inorganic source and different dietary levels of selenium supplementation in diets for growing pigs on meat quality. *J. Elem.*, 22(2), 653–662.
- Borisenko, L.M. (2004) Ocinka ta koriguvannja mineral'noi zabezpečenosti svinej. *Naukovij visnik NAU zb. nauk. prac'*, 74, 174–177 (in Ukrainian).
- Bulavkina, T.P., Kravchenko, O.I. (2008) Vpliv spivvidnoshennja kal'ciju ta svincju v racionah svinej na himichnij sklad svinini. *Mizhvidomchij tematicnij naukovij zbirnik „Svinarstvo”*, 56, 95–100.
- Calvo, L., Toldrá, F., Rodríguez, I.A., López-Bote, C., Rey, I.A. (2017) Effect of dietary selenium source (organic vs. mineral) and muscle pH on meat quality characteristics of pigs. *Food Sci Nutr. Jan*, 5(1), 94–102.
- Dan-Yi Yang, D-Y., Yu-Wei Chen, Y-W., John M. Gunn, J.M., Nelson Belzile, N. (2008) Selenium and mercury in organisms: Interactions and mechanisms. *Environ. Rev.*, 16, 71–92.
- European Communities. (2009). Council Regulation no. 1099/2009 of 24 September 2009 on the protection of animals at the time of killing. *Off. J. L*, 1–30.
- Fairweather-Tait, S.J., Bao, Y., Broadley, M.R., Collings, R., Ford, D., Hesketh, J.E., Hurst, R. (2011) Selenium in human health and disease. *Antioxidants and Redox Signaling*, 14 (7), 1337–1383.
- Grosicki, A., Kowalski, B. (2002). Lead, cadmium and mercury influence on selenium fate in rats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 46, 337–343.

- Joksimović-Todorović, M., Davidović, V., Sretenović, Lj. (2012) The effect of diet selenium supplement on mear quality. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(3), 553–561.
- Joksimović Todorović, M., Jokic, M., Hristov, S. (2006) The effect of different levels of organic selenium on body mass, bodyweight gain, feed conversion and selenium concentration in some gilts tissues. *Acta Veterinaria, Beograd*, 56(5-6), 489–495.
- Kalashnikov, A.P., Fisinin, V.I., Shcheglov, V.V., Klejmenov, N.I. (2003). *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh*. Moscow (in Russian)
- Kononenko, V.K., Ibatullin, I.I., Patrov, V.S. (2003) *Praktikum z osnov naukovikh doslidzen' u tvarinnitstvi*. Kiev (in Ukrainian).
- Lisiak, D., Janiszewski, P., Blicharski, T., Borzuta, K., Grzeškowiak, E. et al. (2014) Effect of selenium supplementation in pig feed on slaughter value and physicochemical and sensory characteristics of meat. *Annals of Animal Science*, 14(1), 213–222.
- Magos, L., Clarkson, T., Sparrow, S. (1987) Comparison of the protection given by selenite, selenomethionine and biological selenium against the renotoxicity of mercury. *Archs Toxic*, 60, 422–426.
- Mahan, D.C., Cline, T.R., Richert, B. (1999) Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on carcass characteristics, and loin quality. *Journal of Animal Science*, 77, 2172–2179.
- Mateo, R.D., Spallholz, J.E., Elder, R., Yoon, I., Kim, S.W. (2007) Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growing-finishing pig fed diets containing high endogenous selenium. *Journal of Animal Science*, 85, P. 1177–1183.
- NRC Nutrition Requirements of Swine. (2012). Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Ognjanovic, B.I., Markovic, S.D., Pavlovic, S.Z. (2008) Effect of Chronic Cadmium Exposure on Antioxidant Defense System in Some Tissues of Rats: Protective Effect of Selenium. *Physiological research*, 57, 403–411.
- Payne, R.L., Southern, L.L. (2009) Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium. *Poultry Science*, 84, 1268–1276
- Polivoda, A.M., Strobykin, R.V., Lyubetsky, M.D. (1977). *Methods of assessment of quality of products of slaughter at pigs. Techniques of researches on pig-breeding*. Kharkiv (in Russian).
- Polischuk, A.A., Bulavkina, T.P. (2012). *Doslidzhennja toksichnosti vazhkih metaliv u svinarstvi*. *Visnik Poltav's'koї derzhavnoї agrarnoi akademii*, 1, 53–56. (in Ukrainian)
- Plokhinskiy, N.A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov*. Moscow: Kolos (in Russian).
- Reddy, Ch.C., Scholz, R.W. (1981) Cadmium, methylmercury, mercury, and lead inhibition of calf liver glutathione S-transferase exhibiting selenium-independent glutathione peroxidase activity. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 61, 460–468.
- Savchenko, J.U., Savchuk, I., Savchenko, M., Chorna, L. (2008) Akumuljacija vazhkih metaliv v organizmi svinej. *Tvarinnictvo Ukraїni*, 3, 2–4 (in Ukrainian)
- Saxena, R., Jaiswal, G. (2007) Selenium and its role in health and disease. *Kuwait Medical Journal*, 39(1), 10–18.
- Surai, P.F. (2006) Selenium absorption and metabolism (Pp. 161–171). In (Press Cromwell, Ed.). *Selenium nutrition and health*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Tishenkov, A., Grineeva, E., Shevjakov, A. (2007) Vzaimosvjaz' selena i solej tjazhelyh metallov. *Kombikorma*, 7, 59–60 (in Russian)
- Upton, J.R., Edens, F.W., Ferket, P.P. (2009) The effects of dietary oxidized fat and selenium source on performance, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activity in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 18, 193–202.
- Zhan, X.A., Wang, M., Zhao, R.Q., Li, W.F., Xu, Z.R. (2007) Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 132, 202–211.

---

**Citation:**

Pirova, L.V., Kosior, L.T., Mashkin, Y.O., Lastovska, I.O. (2017). Chemical, mineral and amino acid composition of pork in the application of selenium compounds in feed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 223–229.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License