

РОЗДІЛ 2. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

DOI 10.37000/abbsl.2025.116.08

УДК 636.082

Сергій Арапакі,

здобувач наукового ступеня доктора філософії кафедри технології
виробництва і переробки продукції тваринництва,

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0009-0007-6672-3526

e-mail: s.arapaki87@gmail.com

Руслан Сусол,

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технології
виробництва і переробки продукції тваринництва,

Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0003-2395-1282

e-mail: r.susol@ukr.net

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДГОДІВЛІ СВИНЕЙ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ КОРМОВИХ РЕСУРСІВ

Анотація

У разі дефіциту будь-яких кормових інгредієнтів через негативні наслідки війни в Україні або за будь-яких інших обставин в умовах підприємств з виробництва свинини слід використовувати гнучкі рецепти комбікормів, адаптовані під доступні кормові ресурси та з урахуванням наявного запасу кормів. За таких обставин на у більш ранні періоди онтогенезу молодняку свиней (престартовий, стартовий, дорощування) необхідно максимально залучати локальні ресурси: соєву макуху, соняшниковий шрот, бобові культури, відходи переробки зерна, кормові дріжджі, суха спиртова барда. Одним із варіантів вирішення питання дефіциту білкових складових раціону є оптимізація рівня протеїну (точніше амінокислотного складу) в раціонах годівлі молодняку свиней на етапі відгодівлі за рахунок синтетичних кристалічних амінокислот принцип «ідеального протеїну». «Ідеальний протеїн» – це, коли всі незамінні амінокислоти підтримані у потрібних пропорціях до лізину. У своїх дослідженнях нами використані типові приблизні співвідношення до лізину: Метіонін + Цистин $\approx$ 55–65 % від лізину; Треонін $\approx$ 65–70 % від лізину; триптофан $\approx$ 16–20 % від лізину. Задля ефективної роботи за принципом «ідеального протеїну» варто проводити фактичний аналіз на вміст протеїну та амінокислот у наявних кормових інгредієнтах. Враховуючи економічну ефективність проведених нами досліджень можна зробити попередній висновок, що інколи дешевше працювати з низькопротеїновими раціонами + синтетичні амінокислоти за принципом «ідеального протеїну», ніж купувати високобілкові інгредієнти.

Перспективи подальших досліджень полягають у науковій перевірці можливостей тривалого періоду використання комбікормів розроблених за принципом «ідеального протеїну» й пошуку методів підвищення споживання таких комбікормів, вивчення

Ключові слова: молодняк свиней, відгодівля, комбікорм, «ідеальний протеїн»

Вступ. Дійсно, з початком війни в Україні порушилися сталі логістичні ланцюги, і дефіцит білкових компонентів мав місце (передусім соєвого та соняшникового шротів) й став серйозною проблемою для подальшого сталого розвитку галузі свинарства. У таких умовах важливим завданням є забезпечення потреби в протеїні та амінокислотах, використовуючи альтернативні джерела, які реально доступні в Україні в умовах сьогодення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основні напрями заміни білкових інгредієнтів у годівлі свиней:

- зернобобові культури (вітчизняні джерела білка) [2]:
 - горох кормовий – до 20–25% у раціонах відгодівельників; багатий на лізин, але дефіцитний по метіоніну.
 - вика, кормові боби (люпин, нут) – доволі хороше джерело протеїну (25-30 %), але важливо контролювати антипоживні речовини;
 - люпин (солодкий сорт) – може замінити до 15-20 % соєвого шроту;
- відходи переробки зерна [1, 3]:
 - пивна дробина (суха або волога) – містить 20–25% сирого протеїну, багата на клітковину;
 - кукурудзяний глютен, DDGS (суха барда етанолового виробництва) – 25-30 % сирого протеїну, доступність на внутрішньому ринку.
- білкові продукти тваринного походження (якщо не заборонено законодавством/ експортом) [4]:
 - м'ясо-кісткове борошно – 45-55 % сирого протеїну, джерело кальцію та фосфору.
 - кров'яне борошно – дуже високий вміст лізину (до 8%), але обмежене введення через смакові властивості, біобезпеку.
 - рибне борошно – цінне джерело амінокислот, але дороге й не завжди доступне, яке варто використовувати лише на ранніх етапах онтогенезу.
- нетрадиційні джерела білка [1, 5]:
 - дріжджі кормові, білково-вітамінні концентрати (БВК) – до 40-50% сирого протеїну.
 - мікробний білок (спіруліна, одноклітинні білки) – перспективний, але відносно дорогий варіант в умовах сьогодення.
 - комахи (борошняний черв, личинка чорної львівки – *Hermetia illucens* та *Tenebrio molitor*) – містять 35–45 % сирого протеїну, що добре перетравлюються. В Україні вже з'являються малі виробники такого виду корму.
- корекція амінокислотами [6]:
 - використання синтетичних амінокислот (лізин, метіонін, треонін, триптофан, валін) дозволяє значно знизити залежність від високобілкових компонентів. Це особливо важливо при нестачі соєвого шроту: можна

формувати «низькопротеїнові раціони», збалансовуючи лише критичні амінокислоти.

Важливо розуміти і певні аспекти при годівлі свиней різних статеві-вікових груп задля одержання максимального економічного ефекту, збереження належного рівня здоров'я тварин [2]:

- поросята-сисуни та відлучені – критично потребують високоякісного, легкозасвоюваного білка (риба, молочні продукти, кров'яне борошно, дріжджі + синтетичні амінокислоти).
- ремонтні свинки та кнурці – важливий баланс амінокислот для росту й відтворювальної здатності (можливе використання люпину, бобових, дріжджів, збагачених лізином).
- молодняк на відгодівлі – можна використовувати більшу частку дешевих протеїнових кормів (DDGS, пивна дробина, люпин), компенсуючи дефіцитні амінокислот синтетичними кристалічними концентратами.

За різних варіантів вирішення проблеми дефіциту білка в раціонах годівлі свиней різних статеві-вікових груп за умови дефіциту саме білкових складових може мати місце принцип «ідеального протеїну», проте він може мати як позитивні так і негативні наслідки, одним з яких є зменшення рівня споживання комбікорму, зменшення продуктивності тощо [6].

Якщо усі незамінні амінокислоти (не лише метіонін/треонін/триптофан) будуть додані у пропорціях «ідеального протеїну», інакше кажучи, якщо раціон фактично збалансований під 0,78% чистого лізину, то погіршень здоров'я одразу не буде, але й суттєвого додаткового підвищення продуктивності понад потребу теж навряд чи варто очікувати [2].

Без точного балансування інших критичних амінокислот та без зниження загального сирого протеїну у раціонах годівлі свиней можливі наступні ризики: економічні втрати, зростання виведення азоту, можливе зниження апетиту або субклінічні метаболічні розлади [6].

У попередні роки науково-педагогічними працівниками ОДАУ (професором Євгенією Агаповою, доцентом Русланом Сусолом) були проведено дослідження з підвищення продуктивності ремонтного та відгодівельного поголів'я молодняку свиней великої білої породи та породи п'єтрєн за використання різних рівнів сирого протеїну [7, 8], проте з початком повномасштабної війни виникла необхідність доповнити підходи щодо організації годівлі молодняку свиней з урахуванням фактичного дефіциту, пошуку виходу із ситуації, що може скластися – дефіциту тих чи інших складових раціону, що і стало головним завданням наших поточних досліджень.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є зміна підходу до організації оптимізації годівлі молодняку свиней, зокрема білкового живлення.

Мета – розробити та визначити ефективність раціонів годівлі молодняку свиней у період відгодівлі живою масою 30-120 кг, що містить 3 етапи (I – 30-60 кг; II – 60-90 кг; III – 90-120 кг) за умови заміни білкових інгредієнтів, які можуть бути у дефіциті, при годівлі свиней.

Виклад основного матеріалу дослідження. Робоча гіпотеза, що стала основою наших досліджень полягає в тому, що з початком повномасштабної війни в Україні часто виникали ті чи інші проблеми з повним або частковим дефіцитом переважно білкових інгредієнтів, пізніше – стався дефіцит складових, що містять фосфор. Все це мало негативний вплив на продуктивність свиней різних статевих-вікових груп. Звідси задачею наших досліджень було забезпечити максимально раціональне згодовування кормів з урахуванням критичних потреб для свиней різних фізіологічних та статевих-вікових груп на фоні різноманітних варіантів сценаріїв, що мали місце з початком військового стану.

Наші дослідження з вивчення ефективності використання моделі «ідеального протеїну» проведено 2023-2024 рр. як вимушеного заходу із заміни високобілкових кормів критичними амінокислотами проведено в умовах ДПДГ «Андрієвське» ІКОСГ НААН України Білгород-Дністровського району та в умовах ПП «ГСП» Березівського району Одеської області за загальноприйнятими у свинарстві методиками [9, 10, 11].

Принципова загальна схема проведених досліджень відображена у таблиці 1.

Табл. 1

Загальна схема досліду (n =10)

Показник	Група тварин					
	контрольна			дослідна		
	Жива маса молодняку свиней, кг					
	30-60	60-90	90-120	30-60	60-90	90-120
Структура раціонів годівлі молодняку свиней помісного походження у період відгодівлі від 30 до 120 кг живої маси, %						
Аналіз комбікормів при годівлі молодняку свиней на етапі дорощування від 30 до 30 кг живої маси в перерахунку на 1 кг сухої речовини комбікорму: обмінна енергія (ОЕ), МДж; сирий протеїн (СП), %; сирий жир (СЖ), %; сира клітковина (СК), %; сира зола (СЗ), %; лізин (Л), %; метіонін (М), %; метіонін + цистин (М +Ц), %; треонін (Тре-н), %; триптофан, (Три-н) %; Са, %; Р, %; засвоюваний Р, %; співвідношення Са : Р; Na, %; співвідношення Лізин / О.Е.						
Доцільність та економічна ефективність використання комбікормів різного типу при годівлі молодняку свиней у різні періоди відгодівлі від 30 до 120 кг живої маси за використання методики «ідеального протеїну» – балансу амінокислотного складу раціонів свиней на вігодівлі:						
- кількість спожитого комбікорму за період, кг; - ціна 1 кг комбікорму, грн; - вартість спожитого комбікорму за період, кг; - загальні витрати, грн/ період; - витрати комбікорму на 1 кг приросту, грн; - заощадження, грн/ період;						

- загальні заощадження, грн.
Висновки та пропозиції виробництву

З метою досягнення поставлених задач в умовах вищезазначених господарств сформували контрольну та дослідні групи тварин за дотриманням принципу пар-аналогів з урахуванням фактичної породної належності $\frac{1}{2}$ (велика біла порода + ландрас), стану здоров'я, віку (при постановці на відгодівлю не більше 90 діб від народження) та оптимального розвитку, що відповідав критеріям класу еліта діючої Інструкції з бонітування свиней (2003 р.). Тварини контрольної групи були представлені молодняком свиней помісного походження, де раціони годівлі яких мали традиційні білкові складові (соєва макуха, соняшниковий шрот) на рівні існуючих норм годівлі за протеїновим живленням використання. Відмінність годівлі у дослідній групі полягала, що раціони годівлі тварин склалися лише із базових злакових інгредієнтів (кукурудзи, пшениці, ячменю), але на фоні підвищеного рівня кристалічних незамінних амінокислот, проте на фоні зниженого рівня сирого протеїну раціонів.

Фактична структура комбікормів при відгодівлі молодняку свиней контрольної та дослідної груп в умовах ДПДГ «Андріївське» ІКОСГ НААН України на етапах досягнення тваринами живої маси 30-120 кг представлена у таблиці 2.

Табл. 2

Структура комбікормів при відгодівлі молодняку свиней на етапах досягнення живої маси 30-120 кг, %

Інгредієнт комбікорму, %	Група піддослідних тварин					
	контрольна			дослідна		
	Жива маса молодняку свиней, кг					
	30-60	60-90	90-120	30-60	60-90	90-120
Дерть кукурудзяна	15,0	15,0	15,0	14,1	14,7	15,0
Дерть ячмінна	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Дерть пшенична	21,0	21,0	21,0	36,0	36,0	36,2
Шрот соняшниковий	15,0	15,0	15,0	-	-	-
Мінерально-фосфорна добавка (МФД)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Кухонна сіль	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Кормова крейда	1,15	1,15	1,15	1,19	1,06	1,02
Кристалічний лізин	0,5	0,5	0,5	10,5	0,8	0,55
Кристалічний метіонін	0,1	0,1	0,1	0,16	0,1	0,1
Кристалічний треонін	0,25	0,25	0,25	0,4	0,27	0,26
Кристалічний триптофан	-	-	-	0,1	0,07	0,07
Абсорбент токсинів «Клінофід»	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Підкислювач «Нуфоцид»	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
Пребіотичний комплекс «ФІЗ»	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
Премікс ФР «Біг Райт»	0,4	-	-	0,4	-	-

Премікс ФР «Хеві Райт»	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Вартість 1 кг комбікорму, грн	8,76	8,76	8,76	8,38	8,18	7,82

Аналіз структури комбікормів відгодівельного молодняку свиней контрольної та дослідної груп засвідчує, що тварини контрольної групи одержували практично класичний набір злакових інгредієнтів (дерть кукурудзи, ячменю та пшениці) для пересічних вітчизняних господарств з промислового виробництва свинини, проте стосовно використання білкових інгредієнтів зауважимо, що на етапі відгодівлі у контрольній групі було використано підвищену кількість соняшникового шроту в кількості 15,0 % в структурі комбікорму на відміну типових 10,0-12,0 % на етапі відгодівлі молодняку. Варто зазначити, що підвищену кількість соняшникового шроту було використано через саме часті випадки дефіциту соєвої макухи на ринку на початку повномасштабної війни в Україні в силу об'єктивних та суб'єктивних причин. Крім того, зазначимо, що як в контрольній так і в дослідній групах використовували премікси, що у своєму складі містять ферменти, які сприяють кращому перетравленню поживних речовин раціону – в тому числі білку та сирій клітковини. Принципова відмінність раціонів дослідної групи полягала в тому, що на всіх етапах відгодівлі не використовували будь-якого білкового компоненту, а за рахунок підвищеного рівня кристалічних амінокислот балансували раціони за принципом «ідеального протеїну». При цьому зауважимо, що використано навіть кристалічний триптофан, який, як правило, за

наявності білкових складових у комбікормі не використовується.

Фактичний аналіз комбікормів відгодівельного молодняку свиней на етапах досягнення живої маси 30-60; 60-90; 90-120 кг в перерахунку на 1 кг сухої речовини комбікорму представлено у таблиці 3.

Табл. 3

Фактичний аналіз комбікормів при відгодівлі молодняку свиней на етапах досягнення живої маси 30-120 кг в перерахунку на 1 кг сухої речовини комбікорму

Показник	Група піддослідних тварин					
	контрольна			дослідна		
	Жива маса молодняку свиней, кг					
	30-60	60,90	90-120	30-60	60-90	90-120
ОЕ, МДж	12,68	12,68	12,68	13,28	13,28	13,29
СП, %	15,23	15,23	15,23	12,33	12,00	11,80
СЖ, %	2,37	2,37	2,37	2,34	2,36	2,38
СК, %	4,93	4,93	4,93	2,55	2,57	2,57
СЗ, %	4,44	4,44	4,44	3,65	3,61	3,61
Лізін, %	0,90	0,90	0,90	1,20	1,00	0,81
Метіонін, %	0,42	0,42	0,42	0,36	0,30	0,30
Метіонін + цистин, %	0,67	0,67	0,67	0,58	0,53	0,53

Треонін, %	0,83	0,83	0,83	0,83	0,70	0,70
Триптофан, %	0,18	0,18	0,18	0,23	0,20	0,20
Ca, %	0,83	0,83	0,83	0,81	0,77	0,76
P, %	0,69	0,69	0,69	0,56	0,56	0,56
P, що засвоюється %	0,40	0,40	0,40	0,37	0,37	0,37
Ca : P (співвідношення)	1,21 : 1	1,21 : 1	1,21 : 1	1,46 : 1	1,38 : 1	1,35 : 1
Натрій, %	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
Калій, %	0,54	0,54	0,54	0,42	0,42	0,43
Лізін / OE (співвідношення)	0,71 : 1	0,71 : 1	0,71 : 1	0,90 : 1	0,75 : 1	0,61 : 1

Фактичний аналіз комбікормів відгодівельного молодняку свиней на етапах досягнення живої маси 30-60; 60-90; 90-120 кг в перерахунку на 1 кг сухої речовини комбікорму виявив, що раціони годівлі молодняку свиней дослідної групи дещо перевищували раціони годівлі тварин контрольної групи за рівнем обмінної енергії на 5,0 %, але за рівнем сирого протеїну навпаки поступалися на 19,0 % (на етапі 30-60 кг), 21,0 % (на етапі 60-90 кг) 23,0 % (на етапі 90-120 кг), проте раціони годівлі молодняку свиней дослідної групи мали концентрацію та співвідношення чотирьох незамінних критичних амінокислот (лізину, метіоніну, треоніну та триптофану) на рівні оптимальних мінімумів задля досягнення «ідеального протеїну». Решта ключових показників – вітаміни, макро-, мікроелементи були практично ідентичні у раціонах годівлі контрольної та дослідної груп молодняку свиней, оскільки використовували один і той самий премікс. Крім того, до раціонів додавали абсорбент токсинів, підкислювач, пребіотичний комплекс з метою підтримки стабільності мікрофлори шлунково-кишкового тракту, а звідси і здоров'я тварин на оптимальному рівні.

Економічна доцільність використання комбікормів відгодівельним молодняком свиней за використання різних принципових підходів щодо балансу амінокислотного складу у 1 кг сухої речовини раціону відображена у таблиці 4 та на рисунку 1.

Табл. 4

Економічна доцільність використання комбікормів відгодівельним молодняком свиней за використання різних принципових підходів щодо балансу амінокислотного складу у 1 кг сухої речовини раціону

Показник	Група тварин					
	контрольна			дослідна		
	жива маса молодняку свиней, кг					
	30-60	60-90	90-120	30-60	60-90	90-120
Кількість спожитого комбікорму за період, кг	92,93	101,34	52,14	89,99	98,55	49,72
Ціна 1 кг комбікорму, грн	8,76	8,76	8,76	8,38	8,18	7,82
Вартість спожитого комбікорму за період, грн	814,10	887,8	456,8	754,12	806,14	388,81
Загальні витрати на корми, грн/ період	2158,70			1949,07		

Витрати комбікорму на 1 кг приросту, грн	27,14	29,59	22,84	25,14	26,87	12,96
Загальні витрати комбікорму на 1 кг приросту, грн	23,99			21,66		
Заощадження, грн/ кг приросту	-	-	-	2,00	2,72	9,91
Загальні заощадження, грн/ період	-			209,63		

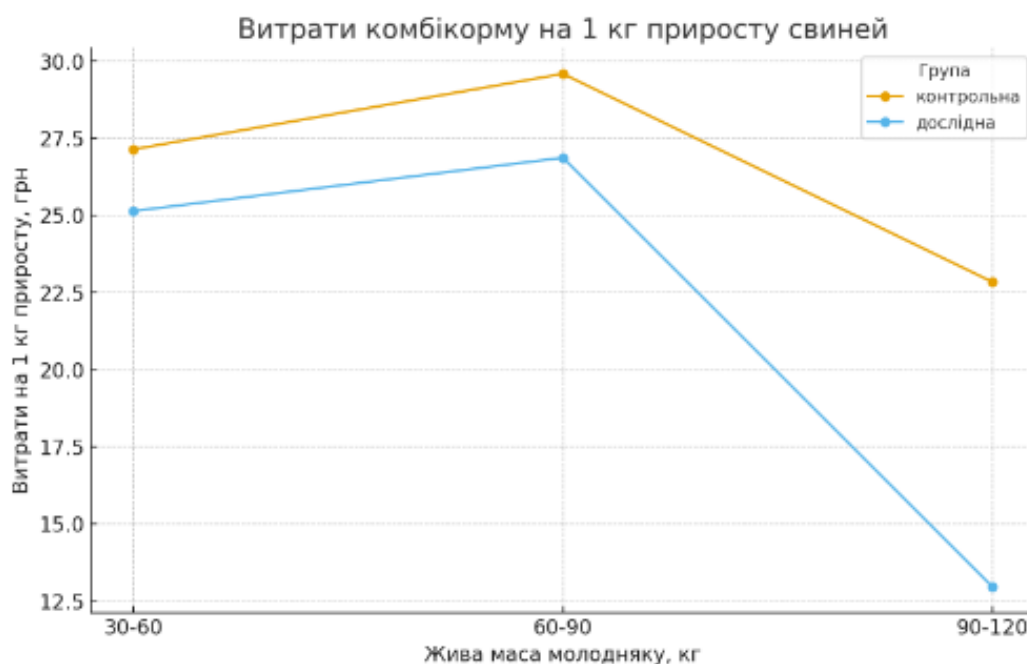


Рис. 1. Різниця у витратах комбікорму на 1 кг приросту між контрольною та дослідною групами свиней на різних етапах відгодівлі

Кількість спожитого комбікорму за період відгодівлі у молодняку контрольної групи склала 246,41 кг, що на 8,15 кг або на 3,0 % більше, ніж у аналогів дослідної групи, що наводить нас на думку про те, що корм створений за принципом «ідеального протеїну» дещо менш смачний з одного боку та за рахунок підвищеної протеїнової поживності з іншого боку його споживання зменшується. Проте ціна 1 кг комбікорму в дослідній групі була меншою у різні етапи на відгодівлі на 0,38 грн або на 4,0 % (на етапі 30-60 кг), на 0,58 грн або на 7,0 % (на етапі 60-90 кг) на 0,94 грн або на 11,0 % (на етапі 90-120 кг). Суттєве зниження на заключному етапі відгодівлі молодняку пояснюється не скільки відсутністю соняшникового шроту, а більше за рахунок не використання абсорбенту токсинів, підкислювача та пребіотичного комплексу, оскільки у цей період свині досягнули необхідного рівня імунітету, а звідси й статусу здоров'я. Загальна вартість спожитого комбікорму за весь період відгодівлі у тварин дослідної групи була на 209,63 грн або на 10,0 % меншою при порівнянні з аналогічним показником у контрольній групі. Витрати комбікорму на 1 кг приросту також відзначалися аналогічною тенденцією.

Загальні витрати комбікорму на 1 кг приросту у тварин дослідної групи були на 2,33 грн або на також на 10,0 %. Як результат, маємо навіть суттєві загальні заощадження в розмірі 209,63 грн/ голові за період відгодівлі тварин від досягнення ними живої маси від 30 до 120 кг.

Наукові знання про потреби в амінокислотах і реакцію свиней на їх надходження є надзвичайно важливими при складанні рецептури кормів. Недостатнє надходження амінокислот призводить до зниження продуктивності, тоді як надлишкове надходження є дорогим і призводить до надмірного виведення азоту, що може мати негативний вплив на навколишнє середовище. Потреби в амінокислотах значною мірою визначаються відкладенням білка в організмі, а для лактуючих свиноматок – виведенням білка з молоком. Концепція ідеального білка була розроблена понад 50 років тому і стосується білка з амінокислотним профілем, який точно відповідає потребам тварини, так що всі амінокислоти однаково обмежують продуктивність. Оскільки лізин зазвичай є першою обмежувальною амінокислотою, ідеальний амінокислотний профіль часто виражається відносно лізину. Хоча ідеальний білковий профіль часто вважається постійним для певного етапу виробництва, протягом етапу виробництва можуть відбуватися (незначні) зміни в ідеальному білковому профілі. Це може бути спричинено змінами у відносному внеску різних компонентів потреб в амінокислотах протягом продуктивного життя тварини (наприклад, змінами у впливі на ріст та розвиток організму) [6].

Одержані нами результати щодо підвищеної концентрації кристалічних амінокислот у структурі комбікорму для молодняку свиней у період відгодівлі значно перевищують рекомендовані або пересічні норми їх використання, проте це слід розглядати як вимушений захід, що спрямований на вирішення дефіциту білкових інгредієнтів у критичний період роботи господарства. Одержані нами результати слід розглядати як попередні, які потребують подальшої комплексної виробничої перевірки з детальним вивченням позитивних та негативних наслідків використання підвищеної концентрації кристалічних амінокислот у структурі комбікорму молодняку свиней.

При цьому важливим залишається питання якості продукції, якому останнім часом в світі приділяється значна увага [12].

Висновки та перспективи подальших досліджень. У разі дефіциту будь-яких кормових інгредієнтів через негативні наслідки війни в Україні або за будь-яких інших обставин в умовах підприємств з виробництва свинини слід використовувати гнучкі рецепти комбікормів, адаптовані під доступні кормові ресурси та з урахуванням наявного запасу кормів.

1. За таких обставин на у більш ранні періоди онтогенезу молодняку свиней (престартовий, стартовий, дорощування) необхідно максимально залучати локальні ресурси: соєву макуху, соняшниковий шрот, бобові культури, відходи переробки зерна, кормові дріжджі, суха спиртова барда.

2. Одним із варіантів вирішення питання дефіциту білкових складових раціону є оптимізація рівня протеїну (точніше амінокислотного складу) в

раціонах годівлі молодняку свиней на етапі відгодівлі за рахунок синтетичних кристалічних амінокислот принцип «ідеального протеїну».

3. «Ідеальний протеїн» – це, коли всі незамінні амінокислоти підтримані у потрібних пропорціях до лізину. У своїх дослідженнях нами використані типові приблизні співвідношення до лізину : Метіонін + Цистин $\approx$ 55–65 % від лізину; Треонін $\approx$ 65–70 % від лізину; триптофан $\approx$ 16–20 % від лізину.

4. Задля ефективної роботи за принципом «ідеального протеїну» варто проводити фактичний аналіз на вміст протеїну та амінокислот у наявних кормових інгредієнтах.

5. Враховуючи економічну ефективність проведених нами досліджень можна зробити попередній висновок, що інколи дешевше працювати з низькопротеїновими раціонами + синтетичні амінокислоти за принципом «ідеального протеїну», ніж купувати високобілкові інгредієнти.

Перспективи подальших досліджень полягають у науковій перевірці можливостей тривалого періоду використання комбікормів розроблених за принципом «ідеального протеїну» й пошуку методів підвищення споживання таких комбікормів, вивчення позитивних та негативних наслідків такої годівлі молодняку свиней в тому числі з акцентом на якість м'ясо-сальної продукції.

Список використаної літератури

1. Lestingi Antonia. (2024). Alternative and Sustainable Protein Sources in Pig Diet: A Review. *Animals*. 14(2), 310; <https://doi.org/10.3390/ani14020310>
2. Свеженцов А.І., Кравців Р.Й., Півторак Я.І. Нормована годівля свиней. Львів: Львівська НАВМ ім. С.З. Гжицького, 2005. 385 с.
3. Rañia Marie E. Buenavista, Kaliramesh Siliveru, Yi Zheng. (2021). Utilization of Distiller's Dried Grains with Solubles: A Review. *Journal of Agriculture and Food Research*. (5). P. 100195 <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100195>
4. Nguyen Thanh T., Chidgey K.L., Wester T.J., Schreurs N.M., Morel P.C.H. (2024). Using Poultry by-Product Meal to Replace Soybean Meal in Grower - Finisher Pig Diets. *Animal Feed Science and Technology*. (313). P. 116001
5. Zhentao He, Xianliang Zhan, Shuting Cao, Xiaolu Wen, Lei Hou, Shuai Liu, Huayu Zheng, Kaiguo Gao, Xuefen Yang, Zongyong Jiang, Li Wang. (2023). Effect of Miscellaneous Meal Replacements for Soybean Meal on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, and Gut Microbiota of 50–75 kg Growing Pigs. *Animals (Basel)*. 13(22). P. 3499. doi: 10.3390/ani13223499.
6. Jaap van Milgen. Jean-Yves Dourmad. (2015). Concept and Application of Ideal Protein for Pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. (6). https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-015-0016-1?utm_source=chatgpt.com
7. Сусол Р.Л. Умови продуктивного розвитку ремонтних свинок породи п'єтрен. *Тваринництво України*. 2014. № 1. С.22-26.

8. Сусол Р.Л. Науково-практичні методи використання свиней породи п'єтрень у системі «генотип × середовище»: монографія. Одеса: Букаєв В. В., 2015. 178 с.
9. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: навчальний посібник/ О. І. Соболев, Недашківський В. М., Р. А. Петришак та ін.; за заг. ред. О. І. Соболева. Біла Церква. 2022. С. 74-81.
10. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів / В. І. Ладика, Л. М. Хмельничий, М. Г. Повод та ін. ; за заг. ред. В. І. Ладика, Л. М. Хмельничого. Одеса: Олді+, 2023. 244 с.
11. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин: довідник / Г. В. Проваторов, В. І. Ладика, Л. В. Бондарчук та ін. Суми.: ТОВ «ВТД «Університетська книга», 2007. 488 с.
12. Garmatyk K., Broshkov M., Danchuk O., Susol R. Assessment of quality of modern commercial pork production. *Food Science and Technology*. 2020. Volume: 14, Issue: 2. P.42-52. <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1718>

Serhii Arapaki,

PhD Student, Department of Technology of Animal Production and Processing,
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID: 0009-0007-6672-3526

e-mail: s.arapaki87@gmail.com

Ruslan Susol,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of
Technology of Animal Production and Processing,
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-2395-1282

e-mail: r.susol@ukr.net

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING ELEMENTS OF PIG FATTENING TECHNOLOGY UNDER CONDITIONS OF LIMITED FEED RESOURCES

Abstract

In cases of feed ingredient shortages caused by the negative consequences of the war in Ukraine or under other circumstances, pig production enterprises should apply flexible feed formulations adapted to the available feed resources and existing feed stocks. Under such conditions, during the earlier stages of pig ontogenesis (pre-starter, starter, and grower periods), it is necessary to maximize the use of local resources such as soybean meal, sunflower meal, legumes, grain processing by-products, feed yeast, and dried distillers' grains.

One approach to addressing protein shortages in rations is the optimization of dietary protein (specifically amino acid composition) during the fattening phase through the use of synthetic crystalline amino acids, following the principle of the "ideal protein." The "ideal protein"

concept ensures that all essential amino acids are supplied in the correct proportions relative to lysine. In our study, the following approximate ratios to lysine were used: methionine + cystine $\approx$ 55–65% of lysine; threonine $\approx$ 65–70% of lysine; tryptophan $\approx$ 16–20% of lysine. For effective implementation of the "ideal protein" principle, actual analysis of protein and amino acid content in available feed ingredients should be carried out.

Based on the economic efficiency observed in our research, it can be preliminarily concluded that in some cases it is more cost-effective to use low-protein diets supplemented with synthetic amino acids according to the "ideal protein" concept rather than purchasing high-protein feed ingredients.

Future research will focus on testing the long-term applicability of compound feeds developed under the "ideal protein" principle, exploring methods to improve feed intake, and assessing both the positive and negative effects of such feeding strategies in young pigs, particularly with regard to the quality of pork and fat products.

Key words: piglets, fattening, compound feed, "ideal protein"

References

1. Lestingi Antonia. (2024). Alternative and Sustainable Protein Sources in Pig Diet: A Review. *Animals*. 14(2), 310; <https://doi.org/10.3390/ani14020310>
2. Sviezhentsov A.I., Kravtsiv R.I., Pivtorak Ya.I. Normovana hodivlia svynei. Lviv: Lvivska NAVM im. S.Z. Hzhyskoho, 2005. 385 p.
3. Rañia Marie E. Buenavista, Kaliramesh Siliveru, Yi Zheng. (2021). Utilization of Distiller's Dried Grains with Solubles: A Review. *Journal of Agriculture and Food Research*. (5). P. 100195 <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100195>
4. Nguyen Thanh T., Chidgey K.L., Wester T.J., Schreurs N.M., Morel P.C.H. (2024). Using Poultry by-Product Meal to Replace Soybean Meal in Grower - Finisher Pig Diets. *Animal Feed Science and Technology*. (313). P. 116001
5. Zhentao He, Xianliang Zhan, Shuting Cao, Xiaolu Wen, Lei Hou, Shuai Liu, Huayu Zheng, Kaiguo Gao, Xuefen Yang, Zongyong Jiang, Li Wang. (2023). Effect of Miscellaneous Meal Replacements for Soybean Meal on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, and Gut Microbiota of 50–75 kg Growing Pigs. *Animals (Basel)*. 13(22). P. 3499. doi: 10.3390/ani13223499.
6. Jaap van Milgen. Jean-Yves Dourmad. (2015). Concept and Application of Ideal Protein for Pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. (6). https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-015-0016-1?utm_source=chatgpt.com
7. Susol R. L. Umovy produktyvnoho rozvytku remontnykh svynok porody pietren. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2014. № 1. P.22-26.
8. Susol R. L. Naukovo-praktychni metody vykorystannia svynei porody pietren u systemi «henotyp $\times$ seredovyshe»: monohrafiia. Odesa: Bukaiev V. V., 2015. 178 p.
9. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi: navchalnyi posibnyk/ O. I. Soboliev, Nedashkivskyi V. M., R. A. Petryshak ta in.; za zah. red. O. I. Sobolieva. Bila Tserkva. 2022. P. 74-81.

10. Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv / V. I. Ladyka, L. M. Khmelnychi, M. H. Povod ta in. ; za zah. red. V. I. Ladyky, L. M. Khmelnychoho. Odesa: Oldi+, 2023. 244 p.
11. Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk / H. V. Provatorov, V. I. Ladyka, L. V. Bondarchuk ta in. Sumy.: TOV «VTD «Universytetska knyha», 2007. 488 p.
12. Garmatyk K., Broshkov M., Danchuk O., Susol R. Assessment of quality of modern commercial pork production. *Food Science and Technology*. 2020. Volume: 14, Issue: 2. P.42-52. <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1718>

Стаття надійшла до редакції 07 липня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 29 серпня 2025 року.

Стаття опублікована 30 вересня 2025 року.