

УДК 636.4.085.55

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.71.05>

## ВПЛИВ ФЕРМЕНТУ «ЦЕЛОЗИМ» НА ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОРМІВ У МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ

**О. В. ВОЙЦІЦЬКИЙ, Н. В. НОВГОРОДСЬКА**

*Вінницький національний аграрний університет (Вінниця, Україна)*

*<https://orcid.org/0000-0001-8703-1480> – О. В. Войціцький*

*<https://orcid.org/0000-0002-7497-0435> – Н. В. Новгородська*

*[nadia.novgorodska@gmail.com](mailto:nadia.novgorodska@gmail.com)*

*У статті наведено результати досліджень впливу ферментного препарату «Целозим» на перетравність поживних речовин та ефективність використання кормів у молодняку свиней у період відгодівлі. Дослідження проведено в умовах виробничо-наукового досліду з формуванням контрольної та трьох дослідних груп, які отримували повнораціонні кормосуміші з різними рівнями введення ферментної добавки. Оцінювали продуктивні показники, витрати кормових одиниць на 1 кг приросту живої маси, оплату корму приростом, а також коефіцієнти перетравності основних поживних речовин за результатами балансових досліджень. Встановлено, що включення ферменту «Целозим» до складу раціонів сприяє підвищенню перетравності клітковини на 13,3–25,0% та протеїну із зростанням з 72,5 до 75,5% порівняно з контролем ( $P < 0,05$ ). Покращення перетравності супроводжувалося зниженням витрат кормових одиниць на одиницю приросту на 7,2–14,0% та зростанням оплати корму приростом на 10,3–17,2%. Найбільш виражений ефект зафіксовано у групі з максимальним рівнем введення ферменту. Отримані результати свідчать про доцільність використання ферментного препарату «Целозим» у годівлі свиней на відгодівлі з метою підвищення біологічної доступності поживних речовин та ефективності використання кормів.*

**Ключові слова:** *свинарство, молодняк свиней, відгодівля, ферментні препарати, перетравність, поживні речовини*

## EFFECT OF THE ENZYME “CELOZYM” ON NUTRIENT DIGESTIBILITY AND FEED UTILIZATION EFFICIENCY IN GROWING PIGS

**O. V. Voitsitskyi, N. V. Novgorodska**

*Vinnitsia National Agrarian University (Vinnitsia, Ukraine)*

*The article presents the results of studies on the effect of the enzyme preparation «Celozym» on nutrient digestibility and feed utilization efficiency in growing pigs during the fattening period. The research was conducted under conditions of a production and scientific experiment with the formation of one control group and three experimental groups that received complete feed mixtures with different levels of enzyme supplementation. Productive performance indicators, feed unit consumption per 1 kg of live weight gain, feed conversion, as well as digestibility coefficients of the main nutrients were evaluated based on balance trials. It was established that the inclusion of «Celozym» in pig diets increased fiber digestibility by 13.3–25.0% and protein digestibility from 72.5 to 75.5% compared with the control group ( $P < 0.05$ ). Improved digestibility was accompanied by a reduction in feed unit consumption per unit of gain by 7.2–14.0% and an increase in feed conversion efficiency by 10.3–17.2%. The most pronounced effect was observed in the group receiving the highest level of enzyme supplementation. The obtained results indicate the feasibility of using the enzyme preparation «Celozym» in diets of fattening pigs to enhance the biological availability of nutrients and improve feed utilization.*

**Keywords:** *pig production, growing pigs, fattening, enzyme preparations, digestibility, nutrients*

**Вступ.** Свинарство є однією з провідних галузей тваринництва, що забезпечує населення високоякісними білковими продуктами та відіграє важливу роль у формуванні продовольчої безпеки держави. Підвищення ефективності виробництва свинини в сучасних умовах тісно пов'язане з раціональним використанням кормових ресурсів, оптимізацією годівлі та інтенсифікацією обмінних процесів в організмі тварин. У структурі собівартості продукції свинарства витрати на корми становлять найбільшу частку, що зумовлює необхідність пошуку шляхів підвищення їх поживної цінності та рівня засвоєння.

Ефективність годівлі молодняку свиней значною мірою визначається перетравністю поживних речовин корму, зокрема протеїну, вуглеводів і жиру, а також рівнем використання обмінної енергії. Недостатнє засвоєння структурних компонентів зернових кормів, насамперед клітковини та некрохмалистих полісахаридів, обмежує доступність поживних речовин і призводить до зниження продуктивності, погіршення конверсії корму та порушень обміну речовин у тварин.

Питання підвищення перетравності поживних речовин і ефективності використання кормів у свинарстві впродовж останніх років розглядають як один із ключових резервів зниження собівартості продукції та реалізації генетичного потенціалу росту молодняку. У сучасних системах годівлі основна увага зосереджена на тому, що поживні речовини зернових і білкових компонентів не завжди доступні тваринам у повному обсязі через наявність некрохмалистих полісахаридів (NSP), фітатних комплексів і варіабельності якості протеїну. Саме тому у міжнародній практиці ферментні добавки розглядають як інструмент «розкриття» поживності раціону та підвищення коефіцієнтів перетравності без суттєвого ускладнення рецептури. У новітніх оглядових роботах показано, що найстабільнішу доказову базу у свинарстві мають фітаза та NSP-ферменти (ксиланаза,  $\beta$ -глюканаза,  $\beta$ -мананаза), які впливають на доступність енергії, амінокислот і мінеральних елементів. Встановлено, що ефективність ферментів найчастіше проявляється на раціонах із підвищеним вмістом NSP/клітковини, при використанні пшениці/ячменю або альтернативних інгредієнтів, а також у технологічних ситуаціях, коли необхідно «вирівняти» перетравність і зменшити втрати енергії. Встановлено, що ферментна корекція раціонів позитивно впливає на перетравність поживних речовин, інтенсивність росту та конверсію корму у молодняку свиней. Окрім прямого впливу на засвоєння нутрієнтів, ферменти опосередковано сприяють стабілізації процесів травлення та оптимізації використання енергії корму (Moita & Woo, 2022).

Експериментальні дослідження останніх років конкретизують механізми дії NSP-ферментів у поросят і молодняку свиней. Так, у дослідженні на відлучених поросятах встановлено: введення ксиланази підвищувало перетравність (особливо клітковинних фракцій) і знижувало в'язкість хімусу, що супроводжувалося змінами профілю летких жирних кислот у товстому відділі кишечника. При цьому вплив на прирости може бути помірним, але «ядро» ефекту – саме у кращому використанні поживних речовин раціону (Galli et al., 2024).

Використання  $\beta$ -мананаза у комбінаціях із ферментами дозволяє працювати з раціонами зі зниженою енергетичною поживністю, так в досліді на свинях встановлено можливість зменшення метаболізованої енергії в раціоні без втрати продуктивності та з поліпшенням показників використання поживних речовин. Паралельно підкреслюється, що відповідь організму залежить від кормової заміни та технології годівлі (Genova et al., 2023).

Важливим сучасним трендом є комбіноване застосування ферментів. Встановлено, що поєднання фітази з NSP-ферментами та протеазою може забезпечувати більш виражене поліпшення перетравності поживних речовин, ніж використання одного ферменту, що пояснюють синергією: зменшення антипоживних ефектів (фітат), вивільнення субстратів із клітинних стінок і краща доступність протеїну. При цьому ефект часто проявляється як зростання коефіцієнтів перетравності та покращення конверсії корму, навіть якщо прирости змінюються не завжди суттєво (Passos et al., 2023).

Обґрунтованість результатів підтверджується аналізом стану кишкового середовища, включно з морфологією слизової, мікробіотою та ферментаційними процесами. Зокрема, показано, що окремі ферменти та їх комбінації можуть впливати на морфометричні показники тонкого кишечника та мікробні профілі, що розглядають як супровідні механізми покращення засвоєння поживних речовин. Однак, домінуючий практичний критерій – все ж перетравність і ефективність використання енергії та протеїну, а не лише зміни мікробіоти (Liu et al., 2023).

Зростає кількість досліджень, у яких мультиензимні комплекси оцінюють за використання альтернативних або побічних інгредієнтів (зокрема хлібопекарських і кондитерських відходів) та у різних фізіологічних групах тварин. Показано, що мультиензимні добавки здатні підвищувати коефіцієнти загальної перетравності енергії (АТТД), покращувати енергетичну цінність раціону та впливати на азотний баланс. Це має практичне значення, оскільки підтверджує можливість використання ферментів як технологічного інструменту для стабілізації перетравності при зміні сировинної бази та оптимізації вартості раціону (Lee et al., 2025).

Застосування ферментних препаратів у годівлі молодняку свиней сприяє підвищенню трансформації поживних речовин корму та реалізації продуктивного потенціалу тварин. Додавання ферментів забезпечує зростання перетравності протеїну і жиру, а також покращення азотного балансу, що проявляється збільшенням утримання азоту в організмі на 16,0–22,4% порівняно з контролем. Водночас ефект ферментів має дозозалежний характер: оптимальні рівні введення забезпечують найвищу ефективність, тоді як їх підвищення не дає додаткових переваг. Одночасно відзначається зниження перетравності клітковини на 21,0–22,3%, що пов'язують зі змінами активності мікрофлори товстого відділу кишечника (Novgorodska & Fabiianska, 2022).

Встановлено, що використання ензимних композицій амілази і целюлази у раціонах свиней на відгодівлі, сприяло підвищенню продуктивності та перетравності поживних речовин кормів. Під впливом ензимної композиції коефіцієнти перетравності сухої речовини зросли на 6,0%, органічної речовини – на 5,7%, сирого протеїну – на 5,7% ( $P < 0,05$ ), сирого жиру – на 11,7%, сирової клітковини – на 32,0% ( $P < 0,05$ ), а безазотистих екстрактивних речовин – на 3,3%. Отримані результати підтверджують ефективність поєднання амілазної та целюлазної активностей і обґрунтовують оптимальні норми їх введення у раціони свиней (Voitsitskyi & Novgorodska, 2020)

Водночас встановлено, що введення трикомпонентного ферментного препарату до повністю збалансованого за поживними речовинами раціону не супроводжувалося підвищенням продуктивності або покращенням забійних властивостей свиней, що підтверджує залежність ефективності ферментів від структури та повноцінності кормового раціону.

У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення систем годівлі свиней шляхом підвищення біологічної доступності поживних речовин кормосумішей, що сприяє інтенсифікації процесів травлення та ефективнішому використанню енергії і поживних компонентів раціону. Особливої уваги потребує молодняк свиней у період відгодівлі, коли інтенсивність ростових процесів супроводжується високими потребами в енергії та поживних речовинах, а будь-які обмеження у їх засвоєнні безпосередньо впливають на кінцеві показники продуктивності.

Таким чином, дослідження, спрямовані на оцінку перетравності поживних речовин і ефективності використання кормів у молодняку свиней, є актуальними з наукової та практичної точок зору, оскільки дозволяють обґрунтувати шляхи підвищення продуктивності тварин, поліпшення конверсії корму та зниження собівартості продукції свинарства.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведено в умовах виробничо-наукового дослідження на молодняку свиней м'ясного напрямку продуктивності у період відгодівлі. Об'єктом досліджень був молодняк свиней великої білої породи, однорідний за віком, живою масою та фізіологічним станом. Утримання тварин здійснювали в однакових умовах із дотриманням чинних зоогігієнічних і ветеринарно-санітарних вимог. Годівлю проводили дворазово на добу, з вільним доступом до питної води.

Для проведення досліду сформовано чотири групи тварин за принципом аналогів по 12 голів у кожній: одну контрольну та три дослідні. Дослід включав зрівняльний і основний періоди. Зрівняльний період тривав 15 діб і використовувався для адаптації тварин до умов утримання та годівлі. Основний період досліду становив 95 діб.

Свині контрольної групи впродовж основного періоду отримували лише основний раціон (ОР), збалансований за поживними речовинами відповідно до діючих норм годівлі. Тваринам дослідних груп до складу основного раціону додатково вводили ферментний препарат «Целозим» у різних дозах: у 2-й дослідній групі – 0,2 кг/т комбікорму, у 3-й – 0,4 кг/т, у 4-й дослідній групі – 0,6 кг/т комбікорму. Ферментний препарат застосовували протягом усього основного періоду досліду.

Основу раціонів становили корми власного виробництва, типові для умов господарства, з переважанням зернових компонентів. Структуру, поживність та енергетичну цінність кормосумішей коригували відповідно до фаз відгодівлі та живої маси тварин.

Для оцінки впливу ферментного препарату «Целозим» на перетравність поживних речовин проводили балансіві досліді за загальноприйнятою методикою. Визначали коефіцієнти перетравності сухої та органічної речовини, сирого протеїну, жиру, клітковини, безазотистих екстрактивних речовин і золи шляхом обліку спожитого корму та виділення поживних речовин з калом. Хімічний склад кормів і екскрементів визначали методами зоотехнічного аналізу.

Ефективність використання кормів оцінювали за показниками середньодобових приростів живої маси, витрат кормових одиниць на 1 кг приросту та оплатою корму приростом.

Отримані експериментальні дані обробляли методами варіаційної статистики з використанням стандартних програмних засобів. Результати наведено у вигляді середніх значень та їх стандартних похибок. Вірогідність різниць між показниками контрольної та дослідних груп оцінювали за загальноприйнятими критеріями статистичної достовірності, різницю вважали значущою за  $P < 0,05$ .

**Результати досліджень.** Для обґрунтування умов проведення другого науково-господарського досліду та оцінки повноцінності годівлі свиней у різні фази відгодівлі було проаналізовано склад, структуру та поживність кормосумішей залежно від живої маси тварин. Характеристика годівлі свиней у періоди 35–60 кг та 60–120 кг із зазначенням кількості кормів, енергетичної поживності та вмісту перетравного протеїну наведена в таблиці 1.

*1. Характеристика годівлі свиней за фазами відгодівлі маса 35–120 кг*

№	Показники	Компоненти кормосуміші:						Всього
		зерно пшениці	зерно ячменю	зерно кукурудзи	м'ясокісткове борошно	макуха соєва	премікс КС-5	
35–60 кг								
1	Кількість кормів, кг	1,00	0,60	0,50	0,10	0,1	0,1	
2	Структура, %	41,1	24,4	24,8	3,7	4,7	1,3	100
3	ЕКО	1,254	0,761	0,691	0,115	0,155	0,039	3,015
4	Перетравний протеїн, г	77,30	45,18	30,55	34,10	39,80	28,10	255,03
60–120 кг								
1	Кількість кормів, кг	1,40	0,80	0,60	0,20	0,2	0,1	
2	Структура, %	41,7	23,6	21,5	5,3	6,9	0,9	100
3	ЕКО	1,756	1,015	0,829	0,230	0,310	0,039	4,179
4	Перетравний протеїн, г	108,22	60,24	36,66	68,20	79,60	28,10	381,02

У період відгодівлі свиней живою масою 35–60 кг раціон формували переважно за рахунок зернових компонентів. Частка пшениці, ячменю та кукурудзи у структурі кормосуміші становила 90,3%, що забезпечувало надходження 3,015 кормових одиниць (ЕКО) та 255,03 г перетравного протеїну на голову за добу. Основним джерелом енергії в раціоні була пшениця,

яка забезпечувала 1,254 ЕКО, або 41,6% загальної енергетичної поживності корму, тоді як ячмінь і кукурудза відповідно – 0,761 і 0,691 ЕКО. Внесення м'ясокісткового борошна та соєвої макухи, частка яких у структурі раціону становила 8,4%, сприяло підвищенню протеїнової поживності кормосуміші.

У фазі відгодівлі 60–120 кг жива маса спостерігалася зростання абсолютної кількості згодовуваного корму та його поживності. Добовий раціон забезпечував 4,179 ЕКО, що на 1,164 ЕКО або 38,6% більше порівняно з попередньою фазою. Вміст перетравного протеїну зріс до 381,02 г, що на 125,99 г або 49,4% перевищує відповідний показник у періоді 35–60 кг.

Зміна поживності раціону супроводжувалася корекцією його структури: частка зернових дещо зменшилася до 86,8%, тоді як вміст м'ясокісткового борошна та соєвої макухи зріс до 12,2%, що забезпечувало підвищений рівень протеїну та мінеральних речовин, необхідних для інтенсивного росту та формування м'язової тканини у завершальній фазі відгодівлі.

Таким чином, раціони свиней у різні фази відгодівлі були сформовані з урахуванням вікових та фізіологічних потреб тварин і забезпечували адекватний рівень енергії та перетравного протеїну, що створювало необхідні умови для оцінки впливу ферменту «Целозим» на ефективність використання поживних речовин корму.

Ефективність використання сформованих раціонів та вплив досліджуваного ферментного препарату на продуктивні показники свиней оцінювали за рівнем споживання корму, витратами енергії на одиницю приросту та оплатою корму приростом. Дані щодо витрат корму, енергетичної поживності раціонів і показників конверсії у другому науково-господарському досліді наведено в таблиці 2.

## 2. Витрати корму свиней на відгодівлі

Показник	Фази вирощування		Загалом за основний період на групу
	I (жива маса свиней від 35 до 60 кг)	II (жива маса свиней від 61 до 120 кг)	
Поголів'я свиней, гол.	12	12	12
Тривалість періоду,	30	65	95
Спожито корму:			
– всього на поголів'я групи, кг	720	2340	3060
– на 1 гол., кг	2	3	2,68
– ЕКО на 1 гол.	3,015	4,179	3,597
– ЕКО на 1 кг приросту:			
1-контрольна група	4,02	5,27	4,645
2-дослідна	3,87	4,75	4,310
3-дослідна	3,72	4,55	4,135
4-дослідна	3,57	4,42	3,995
Оплата корму приростом, кг/кг корму:			
1-контрольна група	0,38	0,27	0,29
2-дослідна	0,39	0,29	0,32
3-дослідна	0,40	0,31	0,33
4-дослідна	0,42	0,31	0,34

Як свідчать результати досліджень, упродовж основного періоду відгодівлі (35–120 кг) тривалість утримання тварин становила 95 діб, у тому числі 30 діб у першій фазі та 65 діб у другій. Загальні витрати корму на групу за основний період становили 3060 кг, або в середньому 2,68 кг на одну голову за добу. При цьому у фазі 35–60 кг добуве споживання корму було нижчим (2,0 кг/гол.), тоді як у фазі 61–120 кг зростало до 3,0 кг/гол., що відповідає підвищеним потребам тварин у поживних речовинах на завершальній стадії відгодівлі.

Енергетична поживність раціону, виражена в кормових одиницях, становила 3,015 ЕКО у першій фазі та 4,179 ЕКО у другій, а в середньому за весь період – 3,597 ЕКО на голову.

Аналіз витрат кормових одиниць на 1 кг приросту живої маси показав чітку перевагу дослідних груп над контролем. У контрольній групі цей показник за основний період становив 4,645 ЕКО, тоді як у 2-й, 3-й та 4-й дослідних групах він знижувався відповідно до 4,310, 4,135 та 3,995 ЕКО, що на 7,2–14,0% менше порівняно з контролем. Найменші витрати енергії на одиницю приросту зафіксовано у 4-й дослідній групі, що свідчить про найвищу ефективність використання корму.

Аналогічна тенденція спостерігалася і за показником оплати корму приростом. У контрольній групі за основний період він становив 0,29 кг приросту на 1 кг корму, тоді як у дослідних групах зростав до 0,32–0,34 кг/кг корму, що відповідає підвищенню ефективності використання корму на 10,3–17,2%. Максимальне значення даного показника також відмічено у 4-й дослідній групі (0,34 кг/кг корму).

Отримані результати свідчать, що включення ферментного препарату до складу раціонів сприяло більш раціональному використанню поживних речовин корму, зниженню витрат енергії на одиницю приросту та підвищенню продуктивної дії кормів, особливо у завершальній фазі відгодівлі.

Для з'ясування причин підвищення ефективності використання кормів та зниження витрат енергії на одиницю приросту було проведено балансові дослідження з визначення коефіцієнтів перетравності основних поживних речовин раціонів. Результати перетравності протеїну, клітковини, жиру, безазотистих екстрактивних речовин і золи у свиней на відгодівлі наведено в таблиці 3.

**3. Коефіцієнти перетравності поживних речовин свиней на відгодівлі, %**

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Протеїн	72,5 ± 0,32	72,8 ± 1,35	73,0 ± 0,95	75,5 ± 1,35*
Клітковина	31,6 ± 2,51	35,8 ± 0,85	38,6 ± 1,25*	39,5 ± 2,01*
Жир	35,8 ± 0,17	35,9 ± 0,72	37,1 ± 1,33	39,6 ± 0,88
БЕР	83,6 ± 0,53	85,0 ± 3,34	85,3 ± 0,52*	85,8 ± 3,25
Зола	46,8 ± 0,32	48,6 ± 2,17	49,0 ± 0,95*	49,5 ± 1,34 <sup>td</sup>

Аналіз даних таблиці 3 свідчить, що включення ферментного препарату до складу раціонів позитивно впливало на перетравність основних поживних речовин корму у дослідних групах порівняно з контролем.

Коефіцієнт перетравності протеїну у контрольній групі становив 72,5%, тоді як у 2-й і 3-й дослідних групах він незначно зростав до 72,8–73,0%. Найбільш виражене підвищення цього показника відмічено у 4-й дослідній групі – 75,5%, що на 3,0 процентних пункти перевищує контрольне значення ( $P < 0,05$ ). Це свідчить про покращення доступності білкових компонентів корму під дією ферменту «Целозим».

Особливо чіткий ефект ферментної добавки спостерігався щодо перетравності клітковини. У контрольній групі цей показник становив лише 31,6%, тоді як у 2-й дослідній групі він зріс до 35,8%, у 3-й – до 38,6%, а у 4-й – до 39,5%, що відповідно на 13,3–25,0% вище порівняно з контролем ( $P < 0,05$ ). Таке зростання підтверджує цілеспрямовану дію целюлозолітичних ферментів на структурні вуглеводи корму.

Перетравність жиру також мала тенденцію до підвищення: з 35,8% у контрольній групі до 37,1% у 3-й та 39,6% у 4-й дослідній групі, що на 3,8% перевищує контроль. Хоча ці зміни не завжди були статистично вірогідними, вони узгоджуються із загальним покращенням використання поживних речовин.

Коефіцієнт перетравності безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) у дослідних групах зростав з 83,6% у контролі до 85,0–85,8%, максимального значення досягнувши у 4-й дослідній групі. Аналогічна тенденція відмічена і щодо перетравності золи, яка підвищувалася з 46,8% у контрольній групі до 49,0–49,5% у 3-й і 4-й дослідних групах ( $P < 0,05$ ), що вказує на краще засвоєння мінеральних елементів корму.

Таким чином, результати балансових досліджень підтверджують, що використання ферменту «Целозим» у годівлі свиней на відгодівлі сприяє підвищенню перетравності насамперед клітковини та протеїну, що є однією з основних причин зниження витрат кормових одиниць на одиницю приросту та покращення оплати корму приростом, встановлених у попередньому аналізі.

**Висновки.** Встановлено, що включення ферментного препарату «Целозим» до складу раціонів молодняку свиней у період відгодівлі позитивно впливає на перебіг процесів травлення та використання поживних речовин корму. Це проявляється зниженням витрат кормових одиниць на 1 кг приросту живої маси та підвищенням оплати корму приростом у порівнянні з контрольною групою. Досліджено, що застосування ферменту сприяє підвищенню перетравності основних поживних речовин, насамперед клітковини та протеїну. Перетравність клітковини у дослідних групах зростала на 13,3–25,0%, а перетравність протеїну підвищувалася із 72,5 до 75,5% ( $P < 0,05$ ), що свідчить про покращення біологічної доступності поживних компонентів раціону. Виявлено тенденцію до підвищення перетравності жиру, безазотистих екстрактивних речовин і золи, що узгоджується з покращенням засвоєння енергії та мінеральних елементів в організмі тварин. Найбільш виражений позитивний вплив на показники перетравності поживних речовин і конверсії корму спостерігався за застосування ферментного препарату «Целозим» у дозі 0,6 кг/т комбікорму.

## REFERENCES

- Chornolata, L. P., & Novakovska, V. Yu. (2020). Peretravnist pozhyvnykh rehovyn, konversiiia kormu ta pryrosty zhyvoi masy za dodavannia do kombikormu enzymnykh kompozysii na osnovi tseliulazy u amilazy svyniam na vidhodivli [Nutrient digestibility, feed conversion and live weight gain after adding enzyme compositions based on cellulase and amylase to feed for fattening pigs] *Feeds and Feed Production – Kormy i kormovyrobnytstvo*, 89, 194–204. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-19>
- Gabriela, M. Galli, Alejandra Forero Salamanca, Keith Haydon, Crystal L. Levesque, & Jorge Y. Perez-Palencia. (2024). Effect of Dietary Xylanase Inclusion on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Digesta Viscosity of Weaned Pigs Fed Wheat–Soybean Meal-Based Diets. *Animals*, 14 (22), 3255. <https://doi.org/10.3390/ani14223255>
- Genova, J. L., de Azevedo, L. B., Rupolo, P. E., Cordeiro, F. B. C., Vilela, H. L. O., Careli, P. S., Toledo, D. De C. F., Carvalho, S. T., Kipper, M., Rennó, L. N., Faveri, J. C., & Carvalho, P. L. De O. (2023).  $\beta$ -mannanase supplemented in diets saved 85 to 100 kcal of metabolizable energy/kg, supporting growth performance and improving nutrient digestibility in grower pigs. *Sci. Rep.*, 13, 12546. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38776-5>
- Lee, J., Kim, J., Hong, J., Park, H., Sa, S., Park, S., Kim, Y., Lee, S., Choi, Y., & Jeong, Y. (2025). Apparent Total Tract Digestibility of Energy, Concentrations of Digestible Energy and Metabolizable Energy, and Nitrogen Balance in Growing Pigs Fed Bakery Meal and Biscuit Meal with Multi-Enzyme. *Animals (Basel)*, 15 (7), 1002. [10.3390/ani15071002](https://doi.org/10.3390/ani15071002)
- Liu, F., Li, J., Ni, H., Azad, M. A. K., Mo, K., Yin, Y. (2023). The Effects of Phytase and Non-Starch Polysaccharide-Hydrolyzing Enzymes on Trace Element Deposition, Intestinal Morphology, and Cecal Microbiota of Growing–Finishing Pigs. *Animals*. 13, 549. <https://doi.org/10.3390/ani13040549>

- Moita, Vitor Hugo C., & Woo, Kim Sung. (2022). Nutritional and Functional Roles of Phytase and Xylanase Enhancing the Intestinal Health and Growth of Nursery Pigs and Broiler Chickens. *Animals*, 12 (23), 3322. <https://doi.org/10.3390/ani12233322>
- Novgorodska, N. V., & Fabiianska, O. L. (2022). Vykorystannia fermentnykh preparativ u hodivli svynei [The use of enzyme preparations in pig feeding] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho*. *Silskohospodarski nauky - Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. *Agricultural Sciences*, 24 (97), 70–75. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9712>
- Passos, A. A., Moita, V. H. C., & Kim, S. W. (2023). Individual or combinational use of phytase, protease, and xylanase for the impacts on total tract digestibility of corn, soybean meal, and distillers dried grains with soluble fed to pigs. *Animal Bioscience*, 36 (12), 1869–1879. [10.5713/ab.23.0212](https://doi.org/10.5713/ab.23.0212)
- Voitsitskyi, O. V., & Novgorodska, N. V. (2023). Fermenty ta yikh zastosuvannia v ratsionakh svynei [Enzymes and their use in pig diets] *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho*. *Silskohospodarski nauky –Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. *Agricultural Sciences*, 25 (98), 77–82. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9813>

---

Одержано редколегією 29.12.2025 р.

Прийнято до друку 30.01.2026 р.