

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

УДК 636.4.084.1/.086.7:633.3

Біологічна цінність зеленої маси амаранту та її використання у складі комбінованих силосів для молодняку свинейКривий М.М.¹ , Горчанок А.В.² , Кузьменко О.А.³ ,Васильєв Р.О.¹ , Діхтяр О.О.¹ ¹ Поліський національний університет² Дніпровський державний аграрно-економічний університет³ Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: Кривий М.М. kryvyi.znau@gmail.com; Горчанок А.В. khavturina@meta.ua;

Кузьменко О.А. oksana.kuzmenko@btsau.edu.ua; Васильєв Р.О. vasylyev.r@ukr.net; Діхтяр О.О. olena.dikhtiar@gmail.



Кривий М.М., Горчанок А.В., Кузьменко О.А., Васильєв Р.О., Діхтяр О.О. Біологічна цінність зеленої маси амаранту та її використання у складі комбінованих силосів для молодняку свиней. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2023. № 1. С. 57–66.

Kryvyi M., Horchanok A., Kuzmenko O., Vasylyev R., Dikhtyar O. Biological value of green amaranth mass and its use in composition of combined silos for young pigs. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2023. № 1. PP. 57–66.

Рукопис отримано: 13.03.2023 р.

Прийнято: 27.03.2023 р.

Затверджено до друку: 25.05.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-57-66

Щороку в Україні та усьому світі збільшується попит на зернову продукцію. Зростання світових цін на зерно робить тваринницьку продукцію високовитратною та менш рентабельною. Своєю чергою, зміна природно-кліматичних умов, дефіцит енергоресурсів спонукають вчених до пошуку кормових культур, які були б високоврожайними, дешевими, біологічно повноцінними, екологічно чистими, здатними ефективно впливати на продуктивність тварин та замінити частину зернових кормів. Сьогодні кліматичні умови регіону Полісся, селекція та прогресивні технології забезпечують зростання виробництва малопоширених кормових культур. Крім того, зростає інтерес до рослин-інтродуцентів та самого інтродуційного процесу. Ці рослини високоврожайні, з високим вмістом біологічно повноцінного протеїну, здатні за короткий період вегетації сформувати потужну біомасу і бути стійкими до несприятливих екологічних факторів.

Вивчаючи результати досліджень з використання нетрадиційних культур, до яких належить родина амарантових (*Amaranthus L.*), важливе значення мають питання пошуку науково-обґрунтованих типів годівлі свиней з використанням дешевих і високопоживних соковитих кормів.

Для реалізації зазначеної мети було поставлено такі завдання: дослідити фенологічні показники, урожайність та хімічний склад зеленої маси амаранту за фазами росту і розвитку; розробити рецепти силосів та визначити оптимальну кількість зеленої маси амаранту в складі комбінованих силосів для молодняку свиней на відгодівлі. Під час розроблення рецептів комбінованих силосів ми дотримувались наступних вимог: комбінований силос повинен мати високу енергетичну цінність – біля 4 МДж в одному кілограмі корму; вміст перетравного протеїну на одну кормову одиницю – 80-100 г та оптимальну кількість органічних кислот.

Встановлено, що максимальний урожай зеленої маси амаранту (245,5 ц/га) та вихід сухої речовини (62,5 ц/га) отримано у фазі воскової стиглості. До складу комбінованих силосів в умовах Полісся України доцільно включати 20–26 % зеленої маси амаранту та згодовувати свиням на відгодівлі від 55 % до 75 % за загальною поживністю.

Ключові слова: свині, зелена маса, урожайність, поживні речовини, годівля.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Результати досліджень показують, що найважливішими лімітуючими амінокислотами для свиней є лізин, метіонін+ цистин і триптофан. За нестачі в кормах тієї чи іншої амінокислоти потреба в протеїні значно зростає. Недостатнє забезпечення раціонів протеїном призводить до порушень обміну речовин, захворювань і загибелі молодняка [1].

Свині легко пристосовуються до поїдання різноманітних кормів, вони погано споживають грубі та зелені корми з великим умістом сирової клітковини [2]. Під час зберігання фуражного зерна під впливом температури, доступу повітря, вологості та ряду інших факторів суттєво змінюється вміст поживних речовин в одному кілограмі корму [3, 5–7].

Відповідно, за внесення концентрованих кормів до складу комбінованого силосу втрачаються поживні речовини не перевищує величин втрати за зберігання його в натуральному вигляді [4].

Для отримання високоякісного комбінованого силосу велике значення має фаза вегетації культури, яка входить до його складу. Для приготування високопоживних комбісилосів у сухій речовині зелених кормів повинно міститися 20–26 % протеїну, 10–18 % клітковини, 4–5 % жиру, 30–35 % безазотистих екстрактивних речовин [6, 8]. Експериментально доведено доцільність застосування продуктів переробки амаранту в технології хлібобулочних виробів для підвищення їх якості та розширення асортименту продуктів підвищеної харчової цінності. Додатки листя та шроту насіння амаранту у кількостях 0,5; 1,0 та 2,0 % до маси борошна позитивно впливають на якість тіста та готових хлібобулочних виробів [9].

Підвищення кількості соковитих кормів від 8,1 до 29,7 % і грубих – від 5–10 %, і зменшення частки концентрованих кормів від 87,7 до 58,0 % за поживністю у раціонах підсисних свиноматок сприяло покращенню в шлунково-кишковому тракці перетравності поживних речовин, підвищенню засвоєння і коефіцієнту використання азоту та обмінної енергії [10, 11].

Використання біологічного потенціалу зеленої маси амаранта залежить від оцінки його за показниками поживності. Своєю чергою, останні належать до комплексу критеріїв оцінювання доцільності вирощування кормової культури в певному ґрунтово-кліматичному регіоні [12, 13].

У період 1935–1997 рр. на дослідних ділянках відділу кормовиробництва Одеської ДСГДС вченими проведено дослідження оцінки показників поживності різних сортів

зеленої маси амаранта: вміст сухої речовини змінювався в залежності від сорту від 11,0 до 24,6 %; кількість перетравного протеїну, що припадає на 1 корм. од., в 1,9–2,3 рази більше загальноприйнятої необхідної кількості; вміст сирової клітковини в 1 кг сухої речовини – від 240,4 до 288,5 г; співвідношення сирового протеїну до цукру – в межах 1:0,1–1:0,34; високий уміст золи: співвідношення між кальцієм та магнієм за сортами становить від 1,0 до 1,4 [14, 15]. Накопичення значної кількості білка в зеленій масі пояснюється специфічним механізмом фотосинтезу, внаслідок якого утворюються оксалоацетат та аспарагат – інтермедіати на шляху синтезу лізину та сімейства інших протеїногенних амінокислот [16].

Незначна кількість цукру і високий уміст білка, золи перешкоджають накопиченню достатньої кількості вільних органічних кислот. За цих причин амарант відносять до рослин, що важко силосуються, а тому його рекомендують силосувати в суміші з іншими культурами [17].

Зелена маса амаранту містить 3–4,3 % протеїну, який за амінокислотним складом наближається до «ідеального протеїну» для свиней, завдяки високому вмісту незамінних амінокислот, особливо лізину [18].

У перерахунку на абсолютну суху речовину вміст лізину в амаранті становить 4,3–6,5 %, що вдвічі перевищує його кількість у пшениці, і втричі – у кукурудзі [19, 20]. Найбільш інтенсивний приріст зеленої маси та накопичення сухої речовини в амаранті відбувається у фазі «кінець гілкування – викидання волоті» [21]. У досліді введення зеленої маси амаранту в межах 15 % за поживністю до раціону свиней віком до 5,5 місяців зменшило витрати обмінної енергії на 1 кг приросту до 14,6 % [22].

Амарант, соя, кормові буряки, яблучні вищавки можуть проявляти протекторні та детоксикаційні властивості, що сприяє підвищенню ефективності виробництва екологічно безпечної продукції тваринництва [23]. Практична цінність амаранту полягає в тому, що він майже вдвічі менше поглинає води, ніж листові злаки, втричі більше, ніж бобові фітоценози може давати зеленої маси з виходом високоякісного білка вище на 25–25 % на одиницю площі [24–27].

Таким чином, аналіз наведених результатів досліджень свідчить, що в умовах Полісся України комплексних системних досліджень у ланцюзі «ґрунт–рослина–організм тварини–продукція» з використання зеленої маси амаранту в годівлі свиней у складі комбісилосів недостатньо, і це питання потребує уточнення.

Відтак, **мета досліджень** – з'ясування доцільності і ефективності використання зеленої маси амаранту у складі силосів для молодняка свиней.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні польові дослідження проводились на дослідному полі Поліського національного університету на експериментальній ділянці площею 5 га, бал родючості ґрунту становив 41. Підготовку ґрунту до посіву починали з лушення, оранку проводили на глибину 20–22 см з внесенням органічних добрив 30 т/га. Попередником цього поля був ярий ячмінь. Ранньою весною проведено культивування (на 3–5 см), передпосівне боронування з вирівнюванням поверхні ґрунту. Посів амаранту проводили в першій декаді червня, зерно заробляли на глибину 2 см, насіння змішували з гранульованим суперфосфатом у співвідношенні 1/10. Норма висіву зерна становила 0,7 кг/га.

У процесі досліджень проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин за методикою висоти рослин амаранту державного сорту випробовування.

Визначення урожайності, висоти та відбір зразків для повного зоотехнічного аналізу проводили на початку викидання волоті, цвітіння, молочної, воскової стиглості амаранту. Облік урожаю зеленої маси амаранту проводили за фазами вегетації методом контрольного укусу. Після зважування зеленої маси відбирали середні проби масою 1,5–2,0 кг для визначення хімічного складу.

У зеленій масі амаранту та конюшини червоної визначали вміст сухої речовини, сирого, перетравного протеїну, сирі клітковини, сирого жиру, безазотистих екстрактивних речовин, золи, вміст макро- та мікроелементів, згідно із

загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу кормів [20, 21].

Було розроблено і заготовлено 4 варіанти силосів. У структурі силосів зелена маса амаранту становила 20–39 %, гарбузи кормові – 9–12, буряк кормовий з гичкою – 33–36, полова лляна – 3, дерть ячмінна (вологістю 25 %) – 16–29 %.

Одночасно, за аналогічними рецептами, готували лабораторні силоси. Всі лабораторні дослідження проводили в триразовій повторності. Хімічний склад експериментальних силосів визначали на основі відбору середніх проб. За відбору комбісилосу проводилась органолептична оцінка, яка характеризувала колір, запах, смак, структуру корму. Крім того, в силосі визначали рН, кількість молочної, оцтової і масляної кислот.

Результати дослідження та обговорення. Спостереження за фазами росту і розвитку амаранту свідчать, що в умовах Полісся України у початковій фазі проходять уповільнені процеси росту рослин. Цей період триває від 18 до 20 днів і характеризується підготовкою рослини до інтенсивного росту. У фазі бутонізації перебігає період інтенсивного росту, коли прогресують ростові процеси. Тривалість цього періоду становить 20 днів. З початком фази цвітіння і впродовж всієї фази молочної стиглості, яка триває 30 днів, настає період повільного росту. Це – період найбільш тривалий, і характеризується незначними приростами. Завершальним є період, який триває 10–15 днів, і характеризується як період стаціонарного стану, коли процеси росту майже припиняються (табл. 1).

Динаміку продуктивності вегетативної маси амаранту за фазами розвитку рослин представлено в таблиці 2.

Таблиця 1 – Висота рослин амаранту за декадами вегетаційного періоду, см

Фази росту і розвитку рослин	Декади вегетації	M±m
Початкова фаза розвитку	I	4,2±0,04
		13,7±0,11
Фаза викидання волоті	II	26,1±0,17
Фаза бутонізації	III	42,7±0,22
	IV	73,0±0,50
Фаза цвітіння	V	89,6±0,87
	VI	101,1±1,29
Фаза молочної стиглості	VII	114,7±0,49
Фаза воскової стиглості	VIII	122,7±0,68
Середньодобовий приріст за вегетаційний період		1,44±0,01

Таблиця 2 – Урожайність зеленої маси амаранту, ц/га

Фази вегетації амаранту	M±m
Початок викидання волоті	114,4±1,22
Цвітіння	187,8±0,90
Молочна стиглість	235,5±0,92
Воскова стиглість	245,5±1,80
Середньодобовий приріст зеленої маси	2,51±0,061

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що максимальну кількість зеленої маси амаранту отримано у фазі воскової стиглості – 245,5 ц/га, а у фазі молочної стиглості – 235,5 ц/га. Найбільший приріст зеленої маси проходив від фази викидання волоті до цвітіння.

Вплив фаз росту і розвитку на продуктивність амаранту відображають показники вмісту і виходу сухої речовини з одиниці площі (табл. 3 і 4).

Таблиця 3 – Динаміка вмісту сухої речовини у надземній зеленій масі амаранту, залежно від фаз росту і розвитку, %

Фази росту і розвитку амаранту	M±m
Початок викидання волоті	20,7±0,13
Цвітіння	22,5±0,28
Молочна стиглість	23,8±0,43
Воскова стиглість	25,4±0,26

Таблиця 4 – Вихід сухої речовини у масі амаранту, залежно від фаз росту і розвитку рослин, ц/га (M±m)

Фази росту і розвитку амаранту	M±m	Приріст	
		ц/га	%
Початок викидання волоті	24,0±0,36	-	100
Цвітіння	42,7±0,08	18,65	177
Молочна стиглість	56,4±0,58	32,39	235
Воскова стиглість	62,5±0,65	38,53	260

Вміст сухої речовини у зеленій масі амаранту збільшувався у міру старіння рослин – з 20,7 до 25,4 %.

Отже, приріст виходу сухої речовини з гектара посіву амаранту у фазі цвітіння становив

18,65 ц/га, у фазі молочної стиглості – 32,39 ц/га, фазі воскової стиглості – 38,53 ц/га, порівняно з фазою початку викидання волоті.

Таким чином, у ході досліджень продуктивності амаранту у зоні Полісся України у різних фазах росту встановлено, що максимальний урожай і вихід поживних речовин з одиниці площі одержано у фазі воскової стиглості рослин.

Вивчали також хімічний склад зеленої маси амаранту, залежно від фази росту і розвитку рослин (табл. 5).

Вміст сирого протеїну найвищим був у фазі початку викидання волоті – 24,7 %, а в міру росту і розвитку поступово зменшувався, і у фазі воскової стиглості цей показник становив 14,2 %.

Мірою старіння рослин і збільшення вегетативної маси вихід сирого протеїну з одиниці площі збільшувався і становив у фазі початку викидання волоті 5,93 ц/га, у фазі цвітіння – 8,73, молочної стиглості – 9,02, воскової стиглості – 8,92 ц/га (табл. 6).

Стрімке накопичення сирого клітковини відбувалось у фазі цвітіння, надалі цей процес відбувався більш рівномірно (табл. 5). Вихід сирого клітковини з одиниці площі у міру старіння зростав і складав у фазі початку викидання волоті 2,67 ц/га; у фазі цвітіння – 6,54; у фазі молочної стиглості – 9,88; фазі воскової стиглості – 12,09 ц/га.

Вміст сирого жиру, навпаки, мінімальним був у фазі викидання волоті – 2,2 %, а потім поступово підвищувався до 6,5 % у фазі воскової стиглості. Вихід сирого жиру з одиниці площі мінімальним був у фазі початку викидання волоті, в середньому – 0,52 ц/га, у фазі цвітіння – 1,46; у фазі молочної і воскової стиглості він збільшився і становив, відповідно, 3,20–4,10 ц/га.

Вміст безазотистих екстрактивних речовин за фазами росту і розвитку у зеленій масі майже не різнився (табл. 7).

Так, у фазі воскової стиглості він становив 46,4 %, а у фазах викидання волоті, цвітіння і молочної стиглості дещо зменшився і становив 42,6; 44,2 та 45,7 %, відповідно. Вихід безазотистих екстрактивних речовин з 1 га у міру старіння рослин збільшувався з 10,23 ц/га до 29,02 ц/га. Вміст сирого золи зменшувався у міру старіння рослин з 19,3 % у фазі початку викидання волоті до 13,4 % у фазі воскової стиглості. Аналізуючи хімічний склад зеленої маси амаранту по роках, слід відзначити, що хімічний склад і вміст поживних речовин у рослинах амаранту в умовах Полісся України, зібраних у різні фази росту і розвитку, коливаються залежно від кліматичних умов, максимальний вміст поживних речовин у зеленій масі амаранту спостерігався у фазі цвітіння.

Таблиця 5 – Динаміка хімічного складу зеленої маси амаранту за фазами розвитку, % в сухій речовині

Показники	Фази росту і розвитку			
	початок викидання волоті	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Сирий протеїн	24,7±0,18	20,4±0,39	16,1±0,18	14,2±0,06
Сира клітковина	11,2±0,06	15,5±0,07	17,6±0,10	19,4±0,15
Сирий жир	2,2±0,039	3,5±0,049	5,6±0,030	6,5±0,103
БЕР	42,6±0,36	44,2±0,21	45,7±0,37	46,4±0,79
Сира зола	19,3±0,18	16,4±0,13	15,0±0,11	13,4±0,19

Таблиця 6 – Вихід поживних речовин амаранту з одиниці площі, ц/га

Фази росту і розвитку	Суха речовина	Сирий протеїн	Сира клітковина	Сирий жир	БЕР
Початок викидання волоті	24,01	5,93	2,67	0,52	10,23
Цвітіння	42,66	8,73	6,54	1,46	18,92
Молочна стиглість	56,40	9,02	9,88	3,20	25,87
Воскова стиглість	62,54	8,92	12,09	4,10	29,02

Таблиця 7 – Вміст зольних елементів у зеленій масі амаранту, % в сухій речовині, (M±m)

Показники	Фази росту і розвитку			
	початок викидання волоті	цвітіння	молочна стиглість	воскова стиглість
Кальцій	2,61±0,02	2,35±0,02	1,97±0,03	1,80±0,03
Магній	1,79±0,02	1,62±0,01	1,56±0,01	1,60±0,02
Калій	3,56±0,01	5,02±0,02	3,10±0,01	2,80±0,03
Фосфор	0,35±0,003	0,27±0,003	0,25±0,001	0,21±0,003
Мідь	0,73±0,005	0,51±0,004	0,47±0,004	0,42±0,00
Цинк	3,15±0,03	2,73±0,01	2,51±0,02	2,31±0,02
Кобальт	0,060±0,0005	0,060±0,0001	0,046±0,0001	0,043±0,0003

Для життя тварин, крім органічних речовин необхідні також і мінеральні, які використовуються для побудови кістяка, безпосередньо беруть участь у процесах травлення, регулюють соматичний тиск, підтримують в організмі кислотно-лужний баланс.

Мінеральний склад кормів коливається в широких межах, залежно від фази вегетації рослин, зональних умов, рівня агротехніки та інших факторів. Аналіз вмісту зольних еле-

ментів (% в сухій речовині) за фазами вегетації свідчить, що високий їх рівень був у фазі початку викидання волоті, а у фазі воскової стиглості – найнижчий.

Таким чином, хімічний склад і поживність зеленої маси амаранту, вирощеного в умовах Полісся України і зібраного у різні фази вегетації рослин, значною мірою змінювались, залежно від природно-кліматичних умов, фаз вегетації.

Приготування комбінованих силосів проводили в лабораторних і виробничих умовах. Силоси усіх рецептів мали слабо кислий запах, колір – зеленуватий зі слабо-коричневим відтінком, добру якість і належали до першого класу.

По вмісту органічних кислот всі силоси, заготовлені в лабораторних умовах, були доброї якості (табл. 8).

Загальна сума кислот становила 2,05–2,33 %, масляна кислота, яка була присутня в силосі № 2, перебувала у зв'язаному стані, її вміст становив 1,2 % від загальної кількості органічних кислот, що свідчить про закономірний перебіг мікробіологічних процесів, передусім молочнокислого бродіння.

За такою самою схемою, що і при закладанні лабораторних силосів, заготовляли силоси у виробничих умовах (табл. 9).

Таблиця 8 – Біохімічні показники лабораторних комбінованих силосів

Показники	№1	№2	№3	№4
Волога, %	71,5	68,4	67,2	63,0
pH	3,97	4,00	4,18	4,12
Сума кислот, %	2,33	2,31	2,12	2,05
в т.ч. молочна	1,53	1,56	1,42	1,38
оцтова	0,80	0,75	0,70	0,67
масляна	-	0,03	-	-
Співвідношення кислот, %	-	-	-	-
в т. ч. молочна	65,7	66,7	67,0	67,3
оцтова	34,3	32,1	33,0	32,7
масляна	-	1,2	-	-

Таблиця 9 – Хімічний склад комбінованих силосів, заготовлених у виробничих умовах, г/кг

Поживні речовини	Рецепти силосів			
	№1	№2	№3	№4
Кормові одиниці, кг	0,3	0,3	0,38	0,44
Обмінна енергія, МДж	3,46	3,66	4,55	5,12
Суша речовина, г	270	280	320	360
Сирий протеїн, г	39,9	44,6	46,8	50,9
Перетравний протеїн, г	27,2	31,1	31,8	34,2
Сирий жир, г	8,65	8,53	9,12	9,97
Сира клітковина, г	28,8	27,4	23,4	24,6
БЕР, г	175,6	173,4	219,6	254,5
Лізін, г	2,1	4,0	3,9	3,8
Метіонін + Цистин, г	1,38	1,80	1,66	1,58
Кальцій, мг	2,85	2,93	2,37	2,12
Фосфор, г	1,11	1,13	1,29	1,46
Магній, г	0,63	0,45	0,55	0,62
Мідь, мг	0,80	1,02	1,09	1,20
Цинк, мг	7,50	7,67	8,58	9,73
Кобальт, мг	0,12	0,15	0,17	0,12
Каротин, мг	17,5	12,5	8,4	6,3

Слід відзначити, що вміст кормових одиниць в 1кг виробничих силосів (№ 3, № 4) з включенням зеленої маси амаранту був на 26,6 і 46,6 %, а обмінної енергії – на 31,5 і 47,9 % вищим порівняно з комбінованим силосом з конюшини (рецепт (№ 1).

Силоси з включенням зеленої маси амаранту мали вищий уміст сирого протеїну, порівняно з силосом, де використовувалась зелена маса конюшини, відповідно, на 11,7, 17,3, 27,5 %. Вміст сиріої клітковини у силосі № 1, порівняно з рецептом № 3, № 4, був більшим, відповідно, на 18,7 і 14,5 %.

Біохімічні показники виробничих силосів коливались від 64,0 % до 73,0 %, рівень рН – від 3,84 до 4,09. В усіх варіантах силосів переважала молочна кислота, загальна сума кислот становила 2,17–2,50 % (табл. 10).

Таблиця 10 – Біохімічні показники виробничих комбінованих силосів

Показники	№1	№2	№3	№4
Волога, %	73,0	72,0	68,0	64,0
рН	3,95	3,84	4,02	4,09
Сума кислот, %	2,50	2,38	2,17	2,27
в т. ч. молочна	1,69	1,53	1,42	1,55
оцтова	0,81	0,85	0,75	0,72
масляна	-	-	-	-
Співвідношення кислот, %	-	-	-	-
в т.ч молочна	67,6	64,3	65,4	68,3
оцтова	32,4	35,7	34,6	31,7
масляна	-	-	-	-

Таким чином, на основі аналізу лабораторних і виробничих силосів можна стверджувати, що включення до складу комбінованих силосів зеленої маси амаранту сприяло збільшенню концентрації поживних речовин у них.

Висновки. Продуктивність вегетативної маси амаранту змінювалась залежно від фази розвитку рослин і кліматичних умов. У зоні Полісся у найбільш сприятливих умовах максимальний урожай зеленої маси амаранту та вихід сухої речовини отримано у фазі воскової стиглості, відповідно, – 245,5 ц/га та 62,5 ц/га.

Вміст сирого протеїну в сухій речовині максимальним був у фазі початку викидання волоті 24,6–24,9 %, а в міру старіння рослин – зменшувався, і у фазі воскової стиглості становив 13,7–14,6 %.

Використання зеленої маси амаранту (20–39 %) для приготування комбінованого силосу забезпечило одержання доброякісного корму, з добрими смаковими якостями, оптимальним співвідношенням органічних кислот за відсутності масляної кислоти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія / Т. І. Гопцій та ін. Харків: ХНАУ, 2018. 362 с.
2. Protein Quality of Amaranth Grains Cultivated in Ethiopia as Affected by Popping and Fermentation / E. Amare et al. Food and Nutrition Sciences, 2015. 6. P. 38–48. DOI:10.4236/fns.2015.61005.
3. Nutritional content and antioxidant properties of selected species of *Amaranthus L.* / W. Biel et al. Italian Journal of Food Science. 2017. Vol. 29. P. 728–740. DOI:10.14674/IJFS-712
4. Гудим О. В., Гопцій Т. І. Вплив передпосівної обробки насіння амаранту гамма-променями на частоту виникнення мітотичних порушень в кореневій меристемі рослин. Селекція і насінництво. 2016. Вип. 109. С. 119–123. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/selinas_2016_109_12
5. Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. Acta scientific agriculture. 2019. Issue 1. P. 9–15. URL:<https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf>.
6. Дудка М. І. Порівняльна урожайність одновидових і сумісних пізніх ярих агрофітоценозів з амарантом при вирощуванні на зелений корм в північному Степу. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. № 6. С. 57–60. URL:https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/12/ilovepdf_merged.pdf.
7. Nutritional Composition of Six Amaranth (*Amaranthus caudatus*) Andean Varieties / M.-L. Jenny. 2023. 3(1). P. 78–87. DOI:10.3390/crops3010008.
8. Карташов М. І. Якість амарантового силосу та ефективність його використання у раціонах сільськогосподарських тварин. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Харків, 1999. Випуск 5 (29). Частина 1. с.-г. науки. С. 162–167.
9. Буяльська Н. П., Литвиненко О. О., Денисова Н. М. Використання продуктів переробки амаранту у виробництві хлібобулочних виробів. Технічні науки та технології. 2020. 3 (17). С. 226–223. URL:<http://tst.stu.cn.ua/article/view/199470>.
10. Srivastava S., Sreerama Y. N., Dharmaraj U. Effect of processing on squalene content of grain amaranth fractions. J. Cereal Sci. 2021. 100. 103218 p. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073352102100059X?via%3Dihub>.

11. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements / A.C. Nascimento et al. Food Chemistry. 2014. 148. P. 420–426. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.09.155.

12. He H. P., Cai Y., Sun M., Corke H. Extraction and purification of squalene from *Amaranthus* grain. J Agric Food Chem. 2002. 50(2). P. 368–372. DOI:10.1021/jf010918p.

13. Пундик В. П., Царик З. О. Використання зерна амаранту в пристартовому комбікормі для поросят-сисунів. Проблеми вирощування, переробки і використання амаранту на кормові, харчові і інші цілі: матеріали Першої Всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 1995. С. 78–79.

14. Квітко Г. П., Гетьман М. Я. Ефективність вирощування багатоконпонентних сумішок однорічних культур в системі зеленого конвеєра Центрального Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2001. Вип. 47. С. 155–156.

15. Ковбасюк П. Амарант в інтенсифікації кормовиробництва. Пропозиція. 2002. № 10 С. 38–39.

16. ДСТУ ISO 6497:2005. Корми для тварин. Методи відбору проб (ISO 6497:2002, ІДТ). [Чинний від 2008-01-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с. (Національні стандарти України).

17. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during Plant Growth / M. Karamać et al. Antioxidants. 2019. Vol. 8. Issue 6. DOI:10.3390/antiox8060173.

18. Кулик М. Ф., Петриченко В. Ф., Засуха Т. В. Нові консерванти і технології кормів. Вінниця, 2004. С. 182–194.

19. Медведовський О. Н., Ярошенко С. І. Технологія сумісного вирощування кукурудзи та амаранту на силос. Аграрна наука – виробництво. 2000. № 4. 16 с. URL:https://institut-zerna.com/library/pdf6/13.pdf

20. Кононенко В. К., Ібатулін І. І., Патров В. С. Практикум з наукових досліджень у тваринництві. К., 2003. 133 с.

21. Кліщенко Г. Т., Кулик М. Ф., Косенко М. В., Лісовенко В. Т. Мінеральне живлення свиней. Ефективне тваринництво. 2015. № 8. С. 35–39.

22. Циганок А. В. Витрати енергоресурсів при виробництві та використанні амарантового силосу у раціонах свиней. Науково – технічний бюллетень. Харків, 2000. С. 86–88.

23. Кучер М. С. Роль клітковини в годівлі сільськогосподарських тварин. Сільський господар. 2007. № 5–6. С. 17–18.

24. Mustafa A. F., Seguin P., Gelinas B. (2011) Chemical composition, dietary fibre, tannins and minerals of grain amaranth genotypes. Int J Food Sci Nutr. 2011. 62(7). P. 750–754. DOI:10.3109/09637486.2011.575770.

25. Щербаков В. Я., Яковенко Т. М., Когут С. Г. Вирощувати амарант – економічно вигідно. Пропозиція. 2003. № 3. С. 34–35.

26. Dyachenko L. S. Natural detoxicants in pig rations and their impact on productivity and quality of slaughter products. / L.S. Dyachenko et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. 7 (2). P. 239–246. DOI:10.15421/2017_42.

27. Amaranthus caudatus Production and Nutrition Contents for Food Security and Healthy Living in Menit Shasha, Menit Goldya and Maji Districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia / G. Mekonnen et al. Nutrition & Food Science International Journal. 2018. Vol. 7. Issue 3. URL:https://juniperpublishers.com/nfsij/NFSIJ.MS.ID.555712.php.

28. Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth / M. Soriano-García et al. J Anal Pharm Res. 2018. 7(5). P. 596–600. DOI:10.15406/japlr.2018.07.00288.

29. Kaur S., Singh N., Rana J.C. Amaranthus hypochondriacus and Amaranthus caudatus germplasm: Characteristics of plants, grain and flours. Food Chemistry. 2010. 123(4). P. 1227–1234. URL:https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103262556

30. Characterization of Seed Oil from Six In Situ Collected Wild Amaranthus Species / A. N. Hussain et al. Diversity. 2023. 15. 237 p. DOI:10.3390/d15020237

REFERENCES

1. Hoptsi, T. I., Voronkov, M. F., Bobro, M. A., Miroshnychenko, L. O., Lymanska, S. V., Hudym, O. V., Hudkovska, N. B., Duda, Yu. V. (2018). Amaranth: selektsiia, henetyka ta perspektyvy vyroshchuvannia: monohrafiia [Amaranth: breeding, genetics and growing prospects: a monograph]. Kharkiv: KhNAU, 362 p.

2. Amare, E., Mouquet-Rivier, C., Servent, A., Morel, G., Adish, A., Haki, G. (2015). Protein Quality of Amaranth Grains Cultivated in Ethiopia as Affected by Popping and Fermentation. Food and Nutrition Sciences, 6, pp. 38–48. DOI:10.4236/fns.2015.61005.

3. Nutritional content and antioxidant properties of selected species of *Amaranthus L.* / W. Biel et al. Italian Journal of Food Science, 2017, vol. 29, pp. 728–740. DOI:10.14674/IJFS-712.

4. Hudym, O. V., Hoptsi, T. I. (2016). Vplyv przedposivnoi obrobky nasinnia amaranthu hamma-promeniamy na chastotu vynyknennia mitotychnykh porushen v korenevii merystemi roslyn [The effect of pre-sowing treatment of amaranth seeds with gamma rays on the frequency of mitotic disorders in the root meristem of plants]. Seleksiia i nasynnytstvo [Breeding and seed production], issue 109, pp. 119–123. Available at:http://nbuv.gov.ua/UJRN/selinas_2016_109_12.

5. Topwal, M. (2019). Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. Acta scientific agriculture, issue 1, pp. 9–15. Available at:https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0285.pdf.

6. Dudka, M. I. (2014). Porivnialna urozhainist odnovydovykh i sumisnykh piznykh yarykh ahrofitotsenoziv z amarantom pry vyroshchuvanni na zeleni korm v pivnichnomu Stepu [Comparative productivity of single-species and compatible late spring agrophytocenoses with amaranth when grown

- for green fodder in the northern Steppe]. *Biuletyn Instytutu silskoho gospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Dnipropetrovsk: New Ideology, no. 6, pp. 57–60. Available at: https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/12/ilovepdf_merged.pdf.
7. Jenny, M.-L., Sander, J. P., Bergenståh, B., Purhagen, J., Cinthia, C. R. (2023). Nutritional Composition of Six Amaranth (*Amaranthus caudatus*) Andean Varieties. 3(1), pp. 78–87. DOI:10.3390/crops3010008.
8. Kartashov, M. I. (1999). Yakist amarantovoho sylosu ta efektyvnist yoho vykorystannia u ratsionakh silskohospodarskykh tvaryn [The quality of amaranth silage and the efficiency of its use in the rations of farm animals]. *Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny* [Problems of animal engineering and veterinary medicine]. Kharkiv, issue 5 (29), part 1, pp. 162–167.
9. Buialska, N. P., Lytvynenko, O. O., Denysova, N. M. (2020). Vykorystannia produktiv pererobky amarantu u vyrobnytstvi khlibobulochnykh vyrobiv [Use of amaranth processing products in the production of bakery products]. *Tekhnichni nauky ta tekhnologii* [Technical sciences and technologies], issue (3(17)), pp. 226–223. Available at: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/199470>.
10. Srivastava, S., Sreerama, Y. N., Dharmaraj, U. (2021). Effect of processing on squalene content of grain amaranth fractions. *J. Cereal Sci.*, 100, 103218 p. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073352102100059X?via%3Dihub>.
11. Nascimento, A. C., Mota, C., Coelho, I., Gueifão, S., Santos, M. (2014). Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food Chemistry*, 148, pp. 420–426. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.09.155.
12. He, H.P., Cai, Y., Sun, M., Corke, H. (2002). Extraction and purification of squalene from *Amaranthus* grain. *J Agric Food Chem*, 50(2), pp. 368–372. DOI:10.1021/jf010918p.
13. Pundyk, V. P., Tsaryk, Z. O. (1995). Vykorystannia zerna amarantu v prystartovomu kombikormi dlia posiat-sysuniv [The use of amaranth grain in starter compound feed for suckling piglets]. *Problemy vyroshchuvannia, pererobky i vykorystannia amarantu na kormovi, kharchovi i inshi tsili* [Problems of cultivation, processing and use of amaranth for fodder, food and other purposes]. Proceedings of the First All-Ukrainian Congress. science and practice conf. Vinnytsia, pp. 78–79.
14. Kvitko, H. P., Hetman, M. Ya. (2001). Efektyvnist vyroshchuvannia bahatokomponentnykh sumishok odnorichnykh kultur v systemi zelenoho konveiera Tsenralnogo Lisostepu [The efficiency of growing multicomponent mixtures of annual crops in the green conveyor system of the Central Forest Steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Fodder and fodder production], issue 47, pp. 155–156.
15. Kovbasiuk, P. (2002). Amaranth v intensyfikatsii kormovyrobnytstva [Amaranth in the intensification of fodder production]. *Propozytsiia* [Proposal], no. 10, pp. 38–39.
16. DSTU ISO 6497:2005. Kormy dlja tvaryn. Metody vidboru prob (ISO 6497:2002, IDT) [Chynnyj vid 2008-01-01] [DSTU ISO 6497:2005. Fodder for animals. Sampling methods (ISO 6497:2002, IDT). [Effective from 2008-01-01]]. K.: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2008, 14 p. (National standards of Ukraine).
17. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during Plant Growth / M. Karamać et al. *Antioxidants*, 2019, vol. 8, Issue 6. DOI:10.3390/antiox8060173.
18. Kulyk, M.F., Petrychenko, V.F., Zasukha, T.V. (2004). Novi konservanty i tekhnologii kormiv [New preservatives and feed technologies]. *Vinnytsia*, pp. 182–194.
19. Medvedovsky, O. N., Yaroshenko, S. I. (2000). Tekhnolohiia sumisnogo vyroshchuvannia kukurudzy ta amarantu na sylos [Technology of simultaneous cultivation of corn and amaranth on silage]. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu* [Agrarian science - production], no. 4, 16 p. Available at: <https://institut-zerna.com/library/pdf6/13.pdf>.
20. Kononenko V. K., Ibatulin I. I., Patrov V. S. (2003) *Praktikum z naukovih doslidzen u tvarinnictvi* [Workshop on Scientific Research in Animal Husbandry]. Kyiv, 133 p.
21. Klicenko, G. T., Kulik, M. F., Kosenko, M. V., Lisovenko, V. T. (2015). Mineralne zhivlennja svinej [Mineral feeding of pigs] *Efektivne tvarinnictvo* [Effective animal husbandry], no. 8, pp. 35–39.
22. Tsyhanok, A.V. (2000). Vytraty enerhoresursiv pry vyrobnytstvi ta vykorystanni amarantovoho sylosu u ratsionakh svynei [Consumption of energy resources in the production and use of amaranth silage in pig diets]. *Naukovo – tekhnichni biuletyn* [Scientific and technical bulletin]. Kharkiv, pp. 86–88.
23. Kucher, M. S. (2007). Rol klitkovyny v hodivli silskohospodarskykh tvaryn [The role of fiber in feeding farm animals]. *Silskyi gospodar* [Village owner], no. 5–6, pp. 17–18.
24. Mustafa, A.F., Seguin, P., Gelin, B. (2011). Chemical composition, dietary fibre, tannins and minerals of grain amaranth genotypes. *Int J Food Sci Nutr*, 62 (7), pp. 750–754. DOI:10.3109/09637486.2011.575770.
25. Shcherbakov, V. Ya., Yakovenko, T. M., Kohut S. H. (2003). Vyroshchuvaty amaranth – ekonomichno vyhidno [It is economically profitable to grow amaranth]. *Propozytsiia* [Proposal], no. 3, pp. 34–35.
26. Dyachenko, L. S., Syvyc, T. L., Tytariova, O. M., Kuzmenko, O. A., Bilkevich, V. V. (2017). Natural detoxicants in pig rations and their impact on productivity and quality of slaughter products. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (2), pp. 239–246. DOI:10.15421/2017_42.

27. Mekonnen, G. (2018). *Amaranthus saudatus* Production and Nutrition Contents for Food Security and Healthy Living in Menit Shasha, Menit Goldya and Maji Districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia. *Nutrition & Food Science International Journal*, Vol. 7, Issue 3. Available at: <https://juniperpublishers.com/nfsij/NFSIJ.MS.ID.555712.php>.

28. Soriano-García, M., Arias-Olguín, I. I., Montes, J. P. C. (2018). Nutritional functional value and therapeutic utilization of Amaranth. *J Anal Pharm Res*, 7(5), pp. 596–600. DOI:10.15406/japlr.2018.07.00288.

29. Kaur, S., Singh, N., Rana, J. C. (2010). *Amaranthus hypochondriacus* and *Amaranthus caudatus* germplasm: Characteristics of plants, grain and flours. *Food Chemistry*, 123 (4), pp. 1227–1234. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103262556>.

30. Hussain, A. N., Geuens, J., Vermoesen, A., Munir, M., Iamónico, D., Marzio, P. D., Fortini, P. (2023). Characterization of Seed Oil from Six In Situ Collected Wild *Amaranthus* Species. *Diversity*, 15, 237 p. DOI:10.3390/d15020237.

Biological value of green amaranth mass and its use in composition of combined silos for young pigs

Kryvyi M., Horchanok A., Kuzmenko O., Vasyliiev R., Dikhtyar O.

Every year in Ukraine and around the world, the demand for grain products increases, which leads to increased competition between humans and animals. The increase in global grain prices makes livestock production more expensive and less profitable. In turn, the change in natural climatic conditions, the shortage of energy resources prompts scientists to search for fodder crops that would be high-yielding, cheap, biologically complete, ecologically clean, able to effectively influence the productivity of animals and replace part

of grain fodder. Today, the climatic conditions of the Polissia region, selection and advanced technologies ensure the growth of the cultivation of rare fodder crops. In addition, there is growing interest in introduced plants and the introduction process itself. These are high-yielding plants with a high content of biologically complete protein, capable of forming powerful biomass in a short growing season and being resistant to adverse environmental factors.

Studying the results of research on the use of non-traditional crops, which include the amaranth family (*Amaranthus L.*), in our opinion, the issue of finding scientifically based types of pig feeding using cheap and highly nutritious juicy fodder is of great importance.

In order to realize this goal, the following tasks were set: to investigate the phenological parameters, yield and chemical composition of the green mass of amaranth according to the phases of growth and development; develop silage recipes and determine the optimal amount of amaranth green mass in the composition of combined silages for fattening young pigs. When developing recipes for combined silages, we followed the following requirements: combined silage should have a high energy value of about 4 MJ in one kilogram of feed; the content of digestible protein per feed unit is 80-100 g and the optimal amount of organic acids.

It was established that the maximum yield of amaranth green mass (245.5 t/ha) and the yield of dry matter (62.5 t/ha) was obtained in the phase of wax maturity. It is advisable to include 20-26% of the green mass of amaranth in the composition of combined silos in the conditions of the Polissia of Ukraine and feed it to pigs for fattening from 55% to 75% in terms of total nutrition.

Key words: pigs, green mass, productivity, nutrients, feeding.



Copyright: Кривий М.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кривий М.М.

Горчанок А.В.

Кузьменко О.А.

Васільєв Р.О.

Діхтяр О.О.

<https://orcid.org/0000-0001-9428-0645>

<https://orcid.org/0000-0003-0103-1477>

<https://orcid.org/0000-0003-4553-9950>

<https://orcid.org/0000-0002-1032-9972>

<https://orcid.org/0000-0001-6947-1431>