

УДК 636.085/.087-021.414(083.1):637.04:636.91

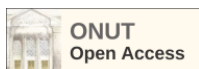
DOI: 10.15673/swonaft.v88i2.3046

РОЛЬ ОСНОВНИХ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У СКЛАДІ КОМБІКОРМОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РЕЦЕПТІВ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНИХ ГРИЗУНІВ – МОРСЬКИХ СВИНОК, І ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИРОБНИЦТВА

Бордун Т.В., канд. техн. наук, доцент, Мазур Д.В., студент СВО «Бакалавр»
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Copyring © 2024 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under Vthe Creative Commons Attribution International License (CC By).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація. Сучасні власники декоративних гризунів мають у своєму розпорядженні оптимальний вибір готових кормів, що дає змогу підібрати необхідний режим годівлі для своїх улюбленців. Однак аналіз ринку комбікормів для цих тварин показує, що його значну частку займає імпортна продукція, тоді як вітчизняні комбікорми і ласощі представлені обмеженим асортиментом, часто не відповідають вимогам споживачів і не завжди здатні конкурувати з іноземними аналогами. До того ж більшість наявних на ринку комбікормів складно назвати повнораціонними, адже вони переважно являють собою кормові суміші, до складу яких входять різні компоненти залежно від цінової категорії. Це можуть бути як звичайні зернові злакові, олійні культури, так і дорожчі інгредієнти, такі як горіхи, сухофрукти тощо.

Комбікорм повинен містити всі необхідні компоненти, що забезпечують вироблення енергії, ріст, відновлення тканин і регуляцію обміну речовин. Повнораціонний комбікорм для декоративних гризунів має включати визначену кількість енергії, поживних і біологічно активних речовин. Важливо також враховувати такі фактори, як стадія розвитку, репродуктивна активність, вік та стать тварини.

На сьогодні залишається низка питань, що потребують подальшого вивчення та вдосконалення знань про кормові потреби різних видів декоративних гризунів. Зокрема, це стосується складу кормових компонентів, рівня енергетичної цінності, перетравності корму, а також оптимального балансу поживних і біологічно активних речовин у його складі.

У зв'язку з цим детально проаналізовано кожен клас поживних та біологічно активних речовин у раціоні, а також особливості формування рецептів комбікормів з урахуванням потреб декоративних гризунів, а саме морських свинок. Визначено функціональне значення цих речовин, вивчено симптоми, що виникають при їх дефіциті або надлишку в раціоні, а також встановлено їхні основні джерела та мінімальні потреби морських свинок у різні періоди життя – під час росту, розмноження та для підтримання здоров'я.

Для забезпечення повноцінної годівлі морських свинок у домашніх умовах, одним із найбільш ефективних рішень є створення збалансованих комбікормів із використанням сучасних технологій, таких як гранулювання або екструджування. Це дозволить одночасно задовольнити як природні кормові потреби морських свинок, так і їхню поведінкову активність, пов'язану з процесом споживання корму.

Ключові слова: декоративні гризуни, морські свинки, поживні та біологічно активні речовини, рецепт, раціон, інноваційні технології, гранульований та екструдований повнораціонний комбікорм, ласощі.

Щороку частка комбікормів для непродуктивних домашніх тварин, які прийнято називати «pet food» – корми для домашніх тварин, на світових ринках непинно зростає. Промислово виготовлені готові комбікорми стають основним збалансованим джерелом поживних і біологічно активних речовин у їхньому раціоні [1]. У 2023 році світовий ринок кормів для домашніх тварин оцінювався в 140,86 млрд доларів США. Очікується, що з 2024 по 2030 рік його загальний дохід зростатиме в середньому на 5,2 % щорічно, досягнувши майже 200,86 млрд доларів США [2].

Галузь виробництва кормів для домашніх тварин спеціалізується на виготовленні кормів для різних видів тварин-компаньйонів, зокрема собак, котів, птахів, гризунів, рептилій тощо. Динамічний розвиток цієї індустрії пов'язаний із переходом до більш поживних і науково обґрунтованих кормів, які враховують вікові особливості, породу, загальний стан здоров'я, рівень фізичної активності, темперамент, умови утримання домашніх тварин і навіть пору року. Водночас відбувається зменшення вмісту жирів і вуглеводів у кормах та збільшення частки білкових компонентів різного походження [1-3].

Одним із ключових чинників зростання ринку є тенденція до гуманізації домашніх улюбленців, коли їх сприймають як повноправних членів родини. Це спричиняє підвищений попит на якісні, спеціалізовані та збалансовані корми. Крім того, збільшення кількості домашніх тварин, особливо в міських умовах, а також посилена увага до їхнього здоров'я та добробуту значною мірою сприяють розширенню ринку кормів для домашніх тварин [2, 3].

З огляду на те, що власники домашніх тварин дедалі більше зосереджуються на їхньому добробуті, попит на преміальні корми продовжує зростати, що сприяє розширенню цієї галузі. Провідними компаніями на ринку є Mars Petcare, Nestlé Purina Pet Care, Hill's Pet Nutrition і Blue Buffalo. Завдяки широкому асортименту продукції вони займають лідерські позиції, пропонуючи різноманітні корми, що відповідають специфічним кормовим потребам і вподобанням домашніх улюбленців. Висока впізнаваність бренду, інноваційні розробки та використання якісних інгредієнтів значно впливають на попит, оскільки споживачі надають перевагу перевіреним і авторитетним виробникам [3, 4].

Так, організація FEDIAF EuropeanPetFood у своєму щорічному звіті «Факти та цифри» представила актуальні дані про чисельність домашніх тварин у Європі та тенденції ринку кормів. Згідно зі звітом, кількість домашніх улюбленців у Європі стабільно зростає: 91 млн домогосподарств (46 %) утримує щонайменше одного з 340 млн зареєстрованих домашніх тварин. Найпоширенішими є коти (127 млн), які мешкають у 26 % домогосподарств, тоді як собаки (104 млн) зустрічаються у 25 %. Також зареєстровано 53 млн декоративних птахів, 29 млн декоративних гризунів, 22 млн акваріумів і 11 млн тераріумів. Зростання кількості домашніх тварин позитивно позначається на ринку кормів: у 2022 році його вартість збільшилася на 5,1 %, досягнувши 29,1 млрд євро. Виробництво кормів для тварин щороку зростає на 3,5 %, а річний обсяг їх продажу становить 10,5 млн тонн. Крім того, сектор супутніх товарів і послуг також розвивається, досягнувши 24,5 млрд євро (+4,5 %) [5].

Як і всі живі істоти, декоративні гризуни потребують збалансованого комбікорму для збереження здоров'я та активного життя. Комбікорм повинен містити всі компоненти, необхідні для вироблення енергії, росту, регенерації тканин, а також для регулювання обміну речовин. Компоненти комбікорму, що виконують ці функції, називаються поживними речовинами, основними з яких є білки, жири, вуглеводи та біологічно активні речовини (вітаміни та мінеральні речовини). Правильно збалансований комбікорм для декоративних гризунів повинен містити у визначеній кількості всі поживні та біологічно активні речовини. Важливо також враховувати такі фактори, як стадія розвитку, репродуктивна активність, вік та стать тварини [1, 6, 7].

Сучасні власники декоративних гризунів мають у своєму розпорядженні оптимальний вибір готових кормів, що дає змогу підібрати необхідний режим годівлі для своїх улюбленців. Однак аналіз ринку комбікормів для цих тварин показує, що його значну частку займає імпортна продукція, тоді як вітчизняні комбікорми і ласощі представлені обмеженим асортиментом, часто не відповідають вимогам споживачів і не завжди здатні конкурувати з іноземними аналогами [8, 9]. До того ж більшість наявних на ринку комбікормів складно назвати повнораціонними, адже вони переважно являють собою кормові суміші, до складу яких входять різні компоненти залежно від цінової категорії. Це можуть бути як звичайні зернові, олійні культури, так і дорожчі інгредієнти, такі як горіхи, сухофрукти тощо [10].

На сьогодні залишається низка питань, що потребують подальшого вивчення та вдосконалення знань про кормові потреби різних видів декоративних гризунів. Зокрема, це стосується складу кормових компонентів, рівня енергетичної цінності, перетравності корму, а також оптимального балансу поживних і біологічно активних речовин у його складі. Щоб задовольнити кормові потреби декоративних гризунів при їх утриманні в домашніх умовах, одним з найефективніших методів є створення повнораціонних комбікормів.

Метою стало вивчення кожного класу поживних та біологічно активних речовин і особливостей формування рецептів комбікормів з урахуванням потреби в них декоративних гризунів – морських свинок.

Результати та їх обговорення

У домашніх умовах раціон морської свинки повинен містити більше енергії та менше клітковини, ніж природний раціон з зеленої рослинності та фруктів, який вони споживають у дикій природі. Морські свинки їдять невеликими порціями протягом дня, вибагливі у виборі їжі та часто негативно реагують на різкі зміни у складі чи формі раціону. Тварини, яких годують гранульованим кормом, зазвичай не приймають розсипний раціон, якщо його не вводити поступово. Для полегшення переходу на новий раціон

ефективними методами є гранулювання розсипного корму, зволоження їжі водою та використання пастоподібних раціонів.

Споживання *води та їжі* у морських свинок змінюється залежно від форми й складу раціону, а також віку тварин. Середнє споживання води становить 21,7 мл на 100 г маси тіла на добу. Молоді самці морських свинок (312 ± 13 г) у віці 6 тижнів, яких утримували окремо на тирсі, споживали в середньому 6,9 г корму на 100 г маси тіла на добу (з енергетичною цінністю 3,0 Мкал/кг або 12,6 МДж/кг). У самців морських свинок вагою 698 ± 19 г, яких годували необробленим кормом із вмістом 20 % сирого протеїну, споживання води та їжі становило 7,5 мл і 4 г на 100 г маси тіла на добу відповідно. Дорослі самці морських свинок масою 725–750 г споживали щодня 32 г очищеного раціону, який містив кристалічні амінокислоти як єдине джерело азоту [11-15].

Ріст і розмноження. Середній період вагітності у морських свинок становить 68 ± 2 SE дні, варіюючись від 59 до 72 днів. Така тривалість сприяє народженню добре розвинених дитинчат. Зазвичай самка народжує 3–4 дитинчати, хоча їхня кількість може коливатися від 1 до 8, а середня вага новонароджених складає 85–100 г. Дитинчата з вагою менше 50 г мають низькі шанси на виживання. Новонароджені морські свинки здатні відразу споживати напівтверду та тверду їжу, але остаточне відлучення відбувається приблизно на 21-й день, коли їхня вага досягає близько 250 г. Протягом періоду інтенсивного росту морські свинки щоденно додають 5–7 г за умови, якщо їм забезпечено доступ до комерційних якісних кормів або очищених раціонів без обмежень (*ad libitum*). Ріст значно сповільнюється після 2 місяців, а статева зрілість настає приблизно у 5 місяців. Приріст ваги може тривати до 12–15 місяців. Дорослі самки важать 700–850 г, тоді як самці досягають 950–1200 г. Оптимальний період для парування настає, коли самка набирає вагу в межах 450–600 г, що зазвичай відповідає віку 2,5–3 місяців [12, 13].

Оцінка потреби в енергії та поживних речовинах для росту морських свинок враховує різноманітні фактори, такі як стадія розвитку, репродуктивна активність, вік та стать тварини. Показники, наведені нижче, відображають середні значення, які вважаються типовими, але не завжди є достатніми для всіх умов. Для більш точного визначення поживних потреб і виявлення джерел варіацій у цих показниках потрібні подальші дослідження [11-15].

Рекомендації щодо вмісту поживних і біологічно активних речовин не були збільшені для врахування можливих варіацій у складі дієтичних інгредієнтів або індивідуальних відмінностей між морськими свинками. Дані, що лежать в основі цих вимог, були узагальнені з різних лабораторних досліджень провідних вчених. Наявної інформації недостатньо, щоб точно розділити потреби дорослих морських свинок від потреб у періоди росту, вагітності чи лактації. Тому наводяться дані, орієнтовані виключно на період росту при середньому добовому споживанні корму в межах 20 – 25 г (табл. 1).

Таблиця 1 – Потреба морських свинок в основних поживних та біологічно активних речовинах у період росту [13]

Поживні та біологічно активні речовини	Од. вим.	Кількість, на кг раціону
Білок (28,6 g N × 6.25)	г	180,0
Незамінні жирні кислоти (n-6)	г	1,33 – 4,0
Клітковина	г	150,0
Амінокислоти		
Аргінін	г	12,0
Гістидин	г	3,6
Ізолейцин	г	6,0
Лейцин	г	10,8
Лізин	г	8,4
Метіонін	г	6,0
Фенілаланін	г	10,8
Треонін	г	6,0
Триптофан	г	1,8
Валін	г	8,4
Мінеральні речовини		
Кальцій	г	8,0
Фосфор	г	4,0
Магній	г	1,0

Калій	г	5,0
Хлор	г	0,5
Натрій	г	0,5
Мідь	мг	6,0
Залізо	мг	50,0
Марганець	мг	40,0
Цинк	мг	20,0
Йод	мкг	150,0
Молібден	мкг	150,0
Селен	мкг	150,0
Вітаміни		
А (ретинол) або (β-каротин)	мг	6,6
	мг	28,0
D (холекальциферол)	мг	0,025
E (RRR-α-токоферол)	мг	26,7
K (філохінон)	мг	5,0
Аскорбінова кислота	мг	200,0
Біотин (d-біотин)	мг	0,2
Холін	мг	1,8
Фолієва кислота	мг	3,0 – 6,0
Ніацин	мг	10,0
Пантотенова кислота (Ca-d-пантотенат)	мг	20,0
Піридоксин	мг	2,0 – 3,0
Рибофлавін	мг	3,0
Тіамін (тіамін-HCl)	мг	2,0

Досліджень, спрямованих на визначення точних енергетичних потреб морських свинок, не проводилося. Використання енергетичних показників кормів, розроблених для щурів або мишей, може бути неточним, оскільки морські свинки, ймовірно, ефективніше засвоюють волокнисті корми. Так, Гірш додав до раціону морських свинок до 50 % подрібненої целюлози і зазначив, що тварини не збільшили споживання корму, але, після початкової втрати ваги, зберегли стабільну масу тіла. Дослідження Хеннінг і Хірд показали, що концентрація коротколанцюгових жирних кислот у сліпій кишці морської свинки подібна до такої в рубці великої рогатої худоби. Морська свинка є ферментатором задньої кишки, де сліпа кишка виконує основну роль у процесах бродіння. Її ферментативна здатність значно вища: вона в 2,5 рази перевищує аналогічну здатність товстої кишки щура і є подібною до ферментативної активності товстої та прямої кишки коня. Ця особливість дозволяє морським свинкам ефективно отримувати енергію з волокнистих кормів, що слід враховувати при плануванні експериментів для точного визначення їхніх енергетичних потреб [13].

Енергетична цінність раціонів оцінювалася за показником обмінної енергії (МЕ), використовуючи фізіологічну систему енергетичних значень і підхід «як є». Оскільки клітковина не враховувалася під час оцінки МЕ, а морські свинки, ймовірно, здатні ефективно перетворювати її на енергію, розраховані значення МЕ є консервативними. У досліджуваних раціонах частка клітковини не перевищувала 16 % від загальної маси корму, а показник МЕ складав 3,2 Мкал/кг раціону (11,9–13,4 МДж/кг). Морська свинка з вагою 400–600 г може отримувати приблизно 136 Ккал МЕ/BWkg^{0.75} (570 кДж), де BWkg^{0.75} означає метаболічну масу тіла в кілограмах. У кормах, що використовувалися, рівень МЕ коливався від 3,1 до 3,5 Мкал/кг (13,2–14,6 МДж/кг), знову ж без урахування клітковини. Один із раціонів, що містив 50 г кукурудзяної олії та 150 г клітковини на кг раціону, мав показник 3,4 Мкал МЕ/кг (14,2 МДж/кг). Такий раціон забезпечував середній приріст маси 7 г/день у самців морських свинок віком від 3 до 6 тижнів. На сьогодні рекомендується, щоб натуральні інгредієнти та кормові раціони містили не менше 3,0 Мкал МЕ/кг (12,5 МДж МЕ/кг) і приблизно 15 % клітковини. Однак необхідні додаткові дослідження для точнішого визначення здатності морських свинок засвоювати харчові волокна та їхніх фактичних енергетичних потреб [11-15].

Оптимальна концентрація *linidiv* для морських свинок досі не встановлена. У дослідженні Рід та ін. протягом 6 тижнів годували 2–5-денних самців морських свинок очищеними раціонами з різним вмістом кукурудзяної олії: 0, 10, 30, 75, 150 і 250 г/кг. У групах, які отримували 0 і 10 г кукурудзяної олії на кг раціону, спостерігався приріст ваги. Для тварин, які споживали від 10 до 150 г кукурудзяної олії/кг раціону, змін ваги не виявлено, тоді як у групі з 250 г/кг було зафіксовано незначне зниження маси тіла. Досі не

визначено, як концентрація жиру в раціоні впливає на оптимальне відтворення, лактацію чи тривалість життя морських свинок. Також було проведено ряд експериментів, щоб оцінити потребу морських свинок в *n-6* жирних кислотах. В одному з досліджень вивчали виникнення дерматиту, який є ознакою дефіциту основних жирних кислот, у молодих самців морських свинок. Тварин годували раціонами, що містили 0, 0,17, 0,33, 0,67, 1,33 або 4,0 г метиллінолеату та 10 г кукурудзяної олії на кг корму. Після врахування лінолевої кислоти, яка містилася в кукурудзяному крохмалі, фактичний вміст лінолевої кислоти у раціонах становив 0,15, 0,20, 0,24, 0,34, 0,54, 1,31 та 1,89 % від загальної калорійності. Дерматит спостерігався, доки концентрація лінолевої кислоти в раціоні не досягала 1,31 % калорій. Це означає, що для запобігання дерматиту потрібен рівень лінолевої кислоти в діапазоні від 0,54 % до 1,31 % загальної калорійності. Однак морські свинки демонстрували нормальний ріст при концентрації лише 0,24 %. Таким чином, концентрація лінолевої кислоти, необхідна для запобігання дерматиту, є вищою, ніж та, що потрібна для забезпечення нормального росту [13].

Як і у більшості ссавців, у морських свинок *n-3* жирні кислоти накопичуються в певних тканинах, таких як мозок і яєчка, хоча їх точна функція також досі невідома. Однак, на відміну від більшості інших ссавців, морські свинки характеризуються відносно низьким рівнем 22:6(*n-3*) та підвищеним рівнем 22:5(*n-6*) у мембранах зовнішніх сегментів фоторецепторів. Це може частково пояснювати відсутність змін в електроретинограмі (показнику функції сітківки) у потомства морських свинок, яких годували раціоном на основі соняшникової олії. Така олія має високий вміст лінолевої кислоти [18:2(*n-6*)] та дуже низький вміст α -ліноленової кислоти [18:3(*n-3*)], навіть при тривалому застосуванні [13].

Вуглеводи, такі як сахароза, глюкоза, лактоза та крохмаль, використовувалися як основні джерела енергії в раціонах морських свинок. У тварин, які отримували лактозу як єдине джерело вуглеводів у раціоні, швидкість росту становила лише близько третини від показника контрольної групи, яку годували раціоном на основі сахарози. Між тваринами, яких годували раціонами з сахарозою або декстринами, спостерігалися лише незначні відмінності в темпах росту. Споживання сахарози або суміші глюкози та фруктози, доданих до раціону з натуральними інгредієнтами в концентраціях, що забезпечували 20 % енергії, забезпечувало однаково швидкість росту, що становила 6,6 г/день [13].

Клітковина давно визнана важливим компонентом раціону морських свинок. При годуванні синтетичними дієтами без клітковини у морських свинок спостерігалася низька швидкість росту (1,9 г/день). Додавання пектину, агару, вівсяної соломи, целюлози до раціону певною мірою стимулювало ріст, але найкращі результати показав гуміарабік, який забезпечував швидкість росту понад 5 г/день. Інші дослідники зазначили, що целюлоза була ефективнішою у стимулюванні росту, ніж гуміарабік, якщо додавати її в кількості 150 г/кг раціону. Сліпа кишка морських свинок містить коротколанцюгові жирні кислоти в концентраціях, схожих на ті, що виявлені у рубці, і перетравлення целюлози в цьому органі може забезпечувати значну частину енергетичних потреб. Розведення раціону целюлозою у співвідношенні 1:1 не впливало на споживання їжі чи масу тіла морських свинок, що підтверджує ефективність використання целюлози як джерела енергії [13, 15].

Потреба морських свинок у білку для росту залежить від джерела азоту в раціоні. Вулі та Спрінс встановили, що морські свинки мають дуже високу потребу в білку, якщо казеїн є єдиним джерелом азоту в очищеному раціоні. Найкращий приріст ваги спостерігався при вмісті казеїну 300 г/кг раціону. Проте еквівалентний ріст досягався, коли до раціону з 180 г казеїну/кг додавали аргінін, цистин і гліцин, що свідчить про те, що саме аргінін є найбільш лімітуючою амінокислотою в казеїні для зростаючих морських свинок [11-15].

При зниженні вмісту казеїну в раціоні нижче 300 г/кг метіонін стає наступною лімітуючою амінокислотою, за ним слідує триптофан. Молоді морські свинки мають високу потребу в аргініні, однак його доступність у казеїні становить лише близько 70 %. Додавання 3 г L-аргініну-HCl/кг до раціону з 300 г казеїну/кг (12,6 г аргініну/кг) забезпечило ріст, еквівалентний раціону з 350 г казеїну/кг (6,5–7 г/день), хоча теоретично 300 г казеїну/кг повинні покривати потребу в аргініні.

Рослинні білки багаті на аргінін, і морські свинки добре ростуть при вмісті білка 180–200 г/кг (10,8 г аргініну/кг) з рослинних джерел. Соевий білок часто використовується в експериментальних раціонах для морських свинок. Він забезпечує достатній рівень аргініну, але обмежує метіонін при концентраціях нижче 300 г соєвого білка/кг. Додавання 5 г DL-метіоніну/кг до раціону з 300 г соєвого білка/кг забезпечувало ріст, близький до 7 г/день. Якщо раціон містить 200 г соєвого білка/кг, для досягнення аналогічного росту необхідно додати 10 г DL-метіоніну/кг.

Ранні дослідження потреби молодих морських свинок у сірковмісних амінокислотах показало, що раціон із вмістом 200 г соєвого білка/кг, доповнений 1 г триптофану/кг, забезпечував потребу на рівні 7,1 г/кг. З цієї кількості 3,6 г припадало на цистин, а 3,5 г – на метіонін. Приріст ваги та маса печінки були вищими при додаванні до раціону 3,75 г L-метіоніну/кг порівняно з 7,5 г DL-метіоніну/кг або 3,75 г D-метіоніну/кг, що свідчить про те, що D-метіонін є менш активним, ніж L-метіонін, у морських свинок.

Молоді морські свинки демонстрували хороший ріст, коли раціон, що містив 190 г соєвого білкового борошна/кг, забезпечував 5,7 г сірковмісних амінокислот/кг, з яких 2,7 г становив метіонін, а 3 г – цистин. Новіші дослідження із застосуванням дієт із кристалічними амінокислотами встановили мінімальну потребу в сірковмісних амінокислотах на рівні 5 г/кг, зокрема 3 г/кг L-метіоніну та 2 г/кг L-цистину, де цистин замінює 40 % метіоніну. Враховуючи ефективність засвоєння, рекомендований рівень становить 6 г сірковмісних амінокислот/кг, що включає 3,6 г/кг L-метіоніну та 2,4 г/кг L-цистину.

Потреба у триптофані для зростаючих морських свинок становить 1,6–2,0 г/кг раціону для забезпечення оптимального росту та запобігання розвитку катаракти. Ознаки дефіциту триптофану спостерігалися у морських свинок, яких годували раціоном із 100 г соєвого білка та желатину на кілограм корму, доповненим амінокислотою сумішшю до рівня 200 г соєвого білка/кг та достатньою кількістю ніацину. При вмісті триптофану 1,08 г/кг такий раціон призводив до уповільнення росту, здуття живота, алопеції та катаракти. Додавання 0,3 г L-триптофану/кг до раціону забезпечувало максимальний ріст, однак для повного запобігання катаракти було необхідно 1 г L-триптофану/кг. Таким чином, потреба у триптофані для захисту очей значно перевищує ту, що потрібна для досягнення оптимального росту. У раціонах із кристалічними амінокислотами потреба у триптофані для забезпечення максимального росту, утримання азоту та відсутності катаракти становила 1,5 г/кг, за умови вмісту ніацину 0,06–0,2 г/кг. З урахуванням ефективності засвоєння, ця потреба зростає до 1,8 г/кг. Якщо вміст ніацину в раціоні знижувався до 0,05 г/кг або був повністю виключений, потреба у триптофані зростала до 2 г/кг і 3 г/кг відповідно [13].

Вміст лізину в раціоні на рівні 7 г/кг (еквівалентно 8,75 г/кг L-лізину-HCl) забезпечував максимальний ріст і утримання азоту у самців морських свинок віком 3–6 тижнів. З урахуванням ефективності засвоєння, рекомендований рівень лізину становить 8,4 г/кг. Додавання до 20 г лізину/кг разом із 18,5 г аргініну/кг до базового раціону не спричиняло жодних побічних ефектів. Крім того, додавання 5 г аргініну/кг до раціону з 20 г лізину/кг запобігало уповільненню росту, викликаному антагонізмом між лізином та аргініном. Мінімальні потреби в інших амінокислотах, необхідних для максимального росту та утримання азоту у молодих морських свинок, визначені так: треонін – 5 г/кг, гістидин – 3 г/кг, ізолейцин – 5 г/кг, лейцин – 9 г/кг, валін – 7 г/кг.

Концентрація аргініну в раціоні на рівні 8 г/кг забезпечувала максимальний ріст і затримку азоту. Для зниження рівня виведення оротової кислоти з сечею до мінімуму потрібно 9 г/кг, а для підтримання нормального рівня аргініну в плазмі крові – 10 г/кг. З урахуванням ефективності засвоєння, рекомендована концентрація аргініну в раціоні становить 12 г/кг.

Коли раціон із вмістом 36 г загального азоту/кг був доповнений 10 незамінними амінокислотами, приріст ваги морських свинок становив 5,0 г/день. Збільшення кількості цих амінокислот на 20 % підвищило приріст ваги майже до 7 г/день. Це свідчить про те, що всі амінокислоти мали однаковий обмежувальний вплив, а їхня комбінована дія в раціоні забезпечувала нижчу ефективність засвоєння.

Максимальний ріст і утримання азоту у молодих морських свинок спостерігалися при раціоні з кристалічними амінокислотами, який містив 36 г загального азоту/кг, 11,7 г незамінного азоту 0,325 і 3,4 Мкал МЕ/кг (14,2 МДж МЕ/кг). Водночас загальну потребу в азоті можна було знизити з 36 до 28,6 г/кг шляхом зменшення частки незамінних амінокислот у раціоні з певним хімічним складом без негативного впливу на ріст [13].

Розмноження. Хоча потреба в амінокислотах для вагітних, лактуючих та невагітних, нелактуючих дорослих морських свинок не була точно визначена, раціони з природних інгредієнтів, що забезпечують 18–20 % білка, забезпечують задовільне розмноження та підтримку дорослих тварин. Аппар і Еверетт спостерігали адекватний і схожий приріст ваги та репродуктивну продуктивність у вагітних морських свинок, яких годували або казеїново-агаровим раціоном з вмістом 300 г казеїну/кг без додавання аргініну, або комерційним рослинно-білковим раціоном, що містив 185 г білка/кг. Однак рівень виживання новонароджених був нижчим у маток, яких годували казеїново-агаровим раціоном. Дослідники припустили, що під час вагітності флора сліпої кишки, яка може бути джерелом необхідних або ще не ідентифікованих поживних речовин, відіграє критично важливу роль, навіть більшу, ніж у період росту. Крім того, було зазначено, що видалення продуктів метаболізму у вагітних морських свинок є менш проблематичним за умови достатнього, але не надмірного споживання білка. Варто зазначити, що маса плоду у вагітних морських свинок часто наближається до ваги невагітної самки, що може ускладнювати виведення відходів під час вагітності.

Ознаки дефіциту білка та амінокислот. Дефіцит білка, який спостерігався у морських свинок, яких годували раціоном із 30 г казеїну/кг протягом 3–4 тижнів, призводив до затримки росту, значного зниження рівня загального білка та альбуміну в плазмі, серйозних змін амінокислотного профілю плазми та легкого жирового гепатозу печінки. У цих тварин проявлялися клінічні симптоми, схожі на синдром Квашіоркора, включаючи знижену активність, часткове випадання шерсті та виражені набряки обличчя та

передніх кінцівок. Утім, немає повідомлень про дефіцит білка, спричинений низьким вмістом білка в раціоні дорослих морських свинок у період розмноження або утримання. Однак обмеження споживання білка та енергії, навіть за умов раціонів із адекватним вмістом білка (300 г казеїну або 185 г рослинного білка/кг), до 20–50 % під час другої половини вагітності викликало передчасні пологи, зниження ваги дитинчат і загибель більшості новонароджених у перші дні після народження [11-15].

Мінеральні речовини. Потреба морських свинок у кальції, фосфорі, калії та магнії, як і у щурів, визначається взаємодією між цими елементами. Дослідження Морріса та О'Делла показали, що оптимальні концентрації в раціоні для кальцію (8–10 г/кг), фосфору (4–7 г/кг), магнію (1–3 г/кг) і калію (5–14 г/кг) варіюються залежно від рівнів інших елементів. Морські свинки, яких годували очищеним раціоном із вмістом 8,4 г Са/кг, 7,7 г Р/кг і 1,0 г Mg/кг, затримували більше кальцію, ніж ті, чий раціон мав таку ж концентрацію кальцію, але нижчий вміст фосфору (4,4 г Р/кг) і вищий вміст магнію (1,9 г Mg/кг). Отже, концентрація 8 г Са/кг і 4 г Р/кг у раціоні відповідає потребам морських свинок у цих мінералах [13].

Ознаки дефіциту кальцію спостерігалися у молодих морських свинок, яких годували очищеним раціоном із дуже низьким вмістом кальцію (0,28 г/кг) і фосфору (0,20 г/кг), а також низькою концентрацією вітаміну D. З 21 тварини, які отримували такий раціон, лише дев'ять вижили протягом 60 днів. Тварини втрачали вагу та мали рахітичні ураження ребер і довгих кісток. Молоді морські свинки були більш схильні до розвитку кісткових аномалій, ніж старші. У всіх тварин спостерігалася значна гіпоплазія емалі зубів. Однак, через відсутність контрольної групи в цьому дослідженні, отримані дані слід інтерпретувати з обережністю.

Опублікованих даних щодо потреб морських свинок у *хлоридах*, *натрії* чи *сірці* немає. Як початкове наближення можна використовувати концентрації цих поживних речовин, рекомендовані для щурів у очищених раціонах [11-15].

Потреба морських свинок у магнії залежить від рівня кальцію, фосфору та калію в раціоні. Надмірний вміст кальцію або фосфору окремо збільшує мінімальну потребу в магнії, причому цей ефект є сумарним. Наприклад, підвищення вмісту фосфору в раціоні з 8 г до 17 г/кг збільшує мінімальну потребу в магнії з 1 г до 4 г/кг. Аналогічно, збільшення рівня кальцію в раціоні з 9 г до 25 г/кг також підвищує потребу в магнії.

Взаємодія магнію з калієм і фтором також відіграє важливу роль. У морських свинок із дефіцитом магнію спостерігається значне зниження позаклітинної та внутрішньоклітинної концентрації магнію в м'язах (до 20 % і 80 % від нормальних рівнів відповідно), а також зниження вмісту калію в м'язах. Одночасно підвищується внутрішньоклітинна концентрація натрію та води. Доповнення раціону калієм у морських свинок із дефіцитом магнію сприяло росту, зниженню рівня фосфору в крові, зменшенню концентрації кальцію в м'язах, подовженню тривалості життя та зниженню рівня смертності. Крім того, морські свинки виявляють здатність використовувати катіони, а не аміак, для нейтралізації та виведення кислот із сечею.

Додавання 0,1–0,4 г фтору/кг до раціону з дефіцитом магнію (0,4 г магнію/кг раціону) значно покращувало ріст морських свинок, підвищувало рівень магнію в сироватці крові, зменшувало частоту кальцифікації м'яких тканин і знижувало концентрацію кальцію в нирках, серці та печінці. Однак при серйозному дефіциті магнію (0,1 г/кг раціону) додавання 0,2 г фтору/кг виявилось токсичним, викликаючи кульгавість і набряки ніг. Забезпечення достатньої кількості магнію значною мірою компенсувало шкідливий вплив надлишку фтору у відлучених морських свинок.

Згідно з поточними даними, потреба в магнії становить 1–3 г/кг раціону, при цьому мінімально необхідний рівень – 1 г/кг. Проте, якщо подальші дослідження покажуть, що поточні оцінки потреб у кальції та фосфорі є завищеними, вимоги до магнію також потребуватимуть перегляду.

Клінічні прояви дефіциту магнію у молодих морських свинок включають уповільнення росту, випадіння шерсті, зниження активності, порушення координації м'язів, ригідність задніх кінцівок, підвищений рівень фосфору в сироватці крові та анемію. Хоча судоми, характерні для дефіциту магнію у деяких видів, рідко зустрічаються у морських свинок, в одному дослідженні була зафіксована тетанія [11-15].

Потреба морських свинок у калії залежить від вмісту кальцію та фосфору в раціоні. При годуванні очищеним раціоном (30 % казеїну), який забезпечував надлишок катіонів, але лише 1 г К/кг, смертність серед молодих морських свинок становила 100 % протягом 4 тижнів. Для забезпечення максимального росту в таких умовах було необхідно 4–5 г калію/кг раціону у вигляді ацетату калію. При дуже високому вмісті кальцію, фосфору та магнію в раціоні потреба в калії може зростати до 14 г/кг. За помірного рівня цих мінералів оптимальна потреба в калії становить 5 г/кг раціону, що слід вважати достатнім рівнем [13].

Мідь і залізо. Раціони з вмістом 6 мг Cu/кг є достатніми для забезпечення нормального росту та розвитку морських свинок. Однак, якщо під час вагітності та раннього постнатального періоду морські свинки отримують раціон із вмістом міді менше 1 мг/кг, їхнє потомство може мати затримку росту, серцево-судинні порушення та серйозні аномалії центральної нервової системи, такі як агенезія листків

мозочка, набряк мозку та уповільнена мієлінізація. Потреба в міді зростає при високому вмісті молібдену в раціоні.

Потреби морських свинок у залізі безпосередньо не вивчалися. Однак, виходячи з аналізу наявних раціонів, встановлено, що вміст 50 мг Fe/кг раціону є достатнім для забезпечення потреб у залізі для відтворення, росту та розвитку.

Раціон із концентрацією марганцю 40 мг Mn/кг виявився достатнім для забезпечення нормального росту та розвитку морських свинок. Як і у мишей та щурів, раціони з вмістом марганцю 3 мг/кг або менше є недостатніми для росту та розвитку морських свинок. Хоча потреба в марганці, ймовірно, є меншою за 40 мг/кг, через відсутність досліджень, які б аналізували його концентрацію в діапазоні від 3 до 40 мг/кг, рекомендований рівень становить 40 мг Mn/кг раціону для всіх стадій життя. Дефіцит марганцю може спричинити зменшення розміру посліду, аборт, мертвонародження, вроджену атаксію, аномалії скелета, а також патології підшлункової залози, які призводять до розвитку діабетоподібного синдрому [13].

Раціони на основі казеїну з вмістом цинку 12 мг Zn/кг і раціони на основі соєового білка з 20 мг Zn/кг забезпечували оптимальну швидкість росту у молодих морських свинок без ознак дефіциту. Ці результати узгоджуються з висновками Навія та Лопес, які показали, що очищені гелеві раціони з вмістом 19 мг Zn/кг підтримують нормальний ріст і розвиток. Рекомендована потреба в цинку для морських свинок на всіх стадіях життя становить 20 мг Zn/кг раціону. Дефіцит цинку (менше 1,25 мг Zn/кг у раціоні) у морських свинок призводить до низького рівня цинку в плазмі, пригнічення реакції гіперчутливості сповільненого типу, зниження рівня гамма-глобуліну, порушень метаболізму глікозаміногліканів, аномальної постави, шкірних уражень, анорексії та надмірної вокалізації.

Раціони без добавок йоду, селену чи молібдену показали негативний вплив на фізіологічний і біохімічний стан ссавців. Проте для морських свинок не було проведено систематичних досліджень для визначення потреб у цих елементах. Потребу в селені для щурів і мишей зазвичай визначають шляхом максимізації активності глутатіонпероксидази печінки (GSH-Px). Однак цей підхід є складним для морських свинок, оскільки активність GSH-Px у їхній печінці становить менше 10 % від рівнів, зафіксованих у хом'яків, щурів і мишей. Ця особливість не пов'язана з кількістю селену в раціоні: навіть при годуванні морських свинок раціонами, що містять значно більше селену (140–200 мкг/кг), ніж потрібно щурам, активність GSH-Px у тканинах залишається дуже низькою [13].

Хоча для морських свинок не було проведено досліджень, які б безпосередньо визначали їхні потреби в йоді, молібдені чи селені, існують дані, що вказують на можливу схожість цих потреб із вимогами щурів і мишей. До проведення додаткових досліджень концентрації, рекомендовані для щурів, можуть слугувати орієнтовною оцінкою потреб морських свинок. Однак це не слід розглядати як підтвердження того, що метаболізм цих елементів у морських свинок і щурів однаковий. Потреба в йоді на всіх етапах життя становить 150 мкг/кг раціону, а в молібдені – 150 мкг/кг раціону. Потреба в селені на всіх етапах життя становить 150 мкг/кг раціону, за винятком вагітності та лактації, коли рекомендований рівень збільшується до 400 мкг/кг раціону [11-15].

Вітаміни. Морські свинки мають високу потребу у вітаміні А. Бентлі та Морган встановили, що концентрація 21 мкмоль вітаміну А/кг раціону підтримує ріст і забезпечує лише незначний запас вітаміну А в печінці. Гіл та ін. виявили, що 11,5 мкмоль/кг дієти підтримує ріст, але для нормальної гістології тканин і накопичення вітаміну А в печінці необхідна концентрація не менше 23 мкмоль/кг. Проміжні рівні не були досліджені. Хауелл та ін. зазначили, що доза вітаміну А, еквівалентна 18 мкмоль/кг раціону, забезпечувала нормальний зір, розмноження та ріст протягом 460 днів, хоча запаси вітаміну А в печінці не вимірювалися. Рейд і Бріггс також показали, що раціон із 18 мкмоль/кг вітаміну А був достатнім для оптимального росту морських свинок, яких годували очищеним раціоном [13].

Морські свинки можуть використовувати β-каротин як джерело вітаміну А, але його молярна ефективність утилізації становить лише близько 40 % порівняно з попередньо сформованим вітаміном А, якщо споживання близьке до рівня потреби. Причина такої низької ефективності поки не встановлена.

Потреба морських свинок у вітаміні D кількісно не визначена. Наразі натуральні інгредієнти та очищені дієти, що використовуються для годівлі морських свинок, містять від 20 до 180 нмоль/кг. Для забезпечення росту рекомендована концентрація вітаміну D становить 1000 МО/кг раціону (65 нмоль/кг або 0,025 мг/кг).

Точна кількісна потреба у вітаміні Е для морських свинок залишається невизначеною, незважаючи на проведені дослідження, що включали вивчення цього вітаміну та пов'язаних з ним поживних речовин. Проте дієта, описана Се і Навія, яка містить 40 МО вітаміну Е/кг, вважається достатньою для задоволення потреб морських свинок. Щодо вітаміну К, інформація для розробки конкретних рекомендацій відсутня. Вміст менадіону в найбільш поширених раціонах варіюється від 12 до 58 мкмоль/кг, і ці рівні є достатніми для запобігання кровотечам. Однак немає даних про більш чутливі показники статусу вітаміну К. На основі наявної інформації рекомендована концентрація вітаміну К становить 5 мг філохінону/кг.

Потребу морських свинок в *аскорбіновій кислоті* розглянув Маннерінг. Навія і Хант узагальнили її основні метаболічні функції для цього виду. Добова потреба в аскорбіновій кислоті варіюється від 0,4 до 25 мг залежно від критеріїв оцінки достатності. Для підтримання росту морських свинок вагою 250–350 г потрібно 0,4–2 мг/день, а для забезпечення відтворення – 2–5 мг/день. Профілактика цинги досягається при 1,3–2,5 мг/день. Для підтримання росту одонтобластів, загоєння ран і регенерації кісток необхідно 2 мг/день, а насичення тканин відбувається при 25–30 мг/день [13].

Споживання 5 мг аскорбінової кислоти на день забезпечує її достатню кількість для підтримання росту та розмноження. Раціон із вмістом 200 мг аскорбінової кислоти/кг цілком задовольняє цю потребу.

Кількісна потреба в *біотині* для здорових морських свинок не була визначена. Рід не виявив значних змін у рості молодих морських свинок, яких годували очищеним раціоном без біотину. Однак раціон із дефіцитом біотину, що містив сирий яєчний білок, викликав втрату ваги, алопецію та депігментацію шерсті. На основі наявної інформації рекомендована концентрація біотину становить 0,2 мг/кг для всіх етапів життєвого циклу.

Включення 1,8 г холіну бітартрату/кг раціону, забезпечує належний ріст молодих морських свинок на дієті з 30 % казеїну. Хоча метіонін може впливати на потребу в холіні, він не здатен повністю замінити холін у раціоні.

Молоді морські свинки мають високу потребу у *фолієвій кислоті* – приблизно 3–6 мг/кг раціону. Оскільки морські свинки практикують копрофагію, вони можуть отримувати фолієву кислоту через її бактеріальний синтез у шлунково-кишковому тракті. У міру дорослішання потреба у фолієвій кислоті зменшується [11-15].

Морські свинки потребують надходження *ніацину* з раціону, але вони також здатні синтезувати його з триптофану. Таким чином, потреба в ніацині залежить від кількості та якості білка в раціоні, особливо від вмісту та доступності триптофану. Концентрація 10 мг ніацину/кг раціону виявилася достатньою в очищеній дієті, що містила 30 % казеїну або 20 % казеїну з додаванням 1 % L-аргініну та 0,25 % DL-метіоніну.

На основі приросту ваги та загального стану здоров'я зростаючих морських свинок, їхня потреба в *піридоксині* становить 2–3 мг/кг раціону. Через обмежену кількість досліджень потреба морських свинок у *рибофлавіні* точно не визначена. Однак, задовільна його кількість у раціоні становить 3 мг рибофлавіну/кг раціону. Потреба молодих морських свинок у *тіаміні* визначена на рівні 2 мг тіаміну-HCl/кг раціону. Наразі відсутні дані, які б підтверджували конкретні кількісні вимоги тіаміну для вагітності та лактації [13].

На основі вище викладеного, враховуючи потреби морських свинок в поживних та біологічно активних речовинах були розраховані рецепти повнораціонних комбікормів. Запропоновано спосіб виробництва повнораціонних комбікормів для декоративних гризунів, у тому числі і для морських свинок, у вигляді гранул, одержаних шляхом гранулювання чи екструджування, і ласощів у вигляді екструдованих подушечок з фруктовою чи овочевою начинкою, одержаних шляхом коекструджування.

Висновки

На основі проведених наукових досліджень було визначено потреби морських свинок в енергії, білках, незамінних амінокислотах, жирах, незамінних жирних кислотах, вуглеводах, клітковині, вітамінах і мінеральних речовинах у залежності від стадії розвитку, репродуктивної активності, віку та статі тварини.

Детально вивчено функціональне призначення поживних та біологічно активних речовин, симптоми, які виникають в організмі морських свинок при їх недостатці або надлишку в кормі, а також їх джерела і мінімальні потреби морських свинок у період росту, розмноження та підтримання організму здорової тварини.

Щоб задовольнити кормові потреби морських свинок при їх утриманні в домашніх умовах, одним з найефективніших методів є створення повнораціонних комбікормів і ласощів шляхом застосування інноваційних технологій (гранулювання, екструджування, коекструджування). Це дасть можливість розширити асортимент вітчизняної комбікормової продукції на ринку кормів для домашніх тварин та забезпечити задоволення як поведінкових так і кормових потреб морських свинок.

Література

1. Bordun T., Iegorov B. Innovative approaches in the formation of compound feed recipes for decorative birds and singing birds and technology of compound feed production for them. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2021. Vol. 21, № 3. P. 29–37. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v21i3.2231>.
2. Pet Food Market: Industry Analysis and Forecast (2024-2030) Trends, Statistics, Dynamics, Segmentation: веб-сайт. URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-pet-food-market/21009/> (дата звернення: 10.09.2024).

3. Pet Food Market Report by Pet Type and Region 2024-2032: веб-сайт. URL: <https://www.imarcgroup.com/pet-food-market> (дата звернення: 10.09.2024).
4. Pet Food Market Research Size, Share, Industry Growth by Forecast 2023–2030: веб-сайт. URL: <https://medium.com/@moreajaykumar541/pet-food-market-research-size-share-industry-growth-by-forecast-2023-2030-9569f5bb558b> (дата звернення: 17.09.2024).
5. EDIAF EuropeanPetFood releases its annual Facts&Figures confirming 340 million pets in Europe: веб-сайт. URL: https://europeanpetfood.org/_news/fediaf-europeanpetfood-releases-its-annual-factsfigures-confirming-340-million-pets-in-europe/ (дата звернення: 21.09.2024).
6. Єгоров Б.В., Бордун Т.В. Найпопулярніші тварини-компаньйони в Україні. Збірник тез тедоповідей 76 наукової конференції викладачів академії. Одеса: ОНАХТ, 2016. С. 4–6.
7. Waltham Book of Clinical Nutrition of the Dog and Cat / by Josephine M. Wills. Pergamon Pr; First Edition, 1994. P. 472.
8. Ринок зоотоварів і послуг в Україні зріс на 27 %: як зообізнесу залишатися конкурентоспроможним у 2024: веб-сайт. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rinok-zootovariv-i-poslug-v-ukrayini-zris-na-27-yak-zoobiznesu-zalishatisya-konkurentospromozhnim-u-2024> (дата звернення: 27.09.2024).
9. У 2023 році український ринок зоотоварів зріс на 5 % – аналітика Suziria Group: веб-сайт. URL: <https://rau.ua/novyni/novini-partneriv/jak-vijna-v-ukraini-vplinu-na-zooindustriju/> (дата звернення: 21.03.2024).
10. Корми і ласощі для гризунів: морські свинки: веб-сайт. URL: <https://e-zoo.com.ua/ua/korm-dlya-gryzunov> (дата звернення: 27.09.2024).
11. Hillyer E.V., Quesenberry K.E., Donnelly T.M. “Biology, husbandry and clinical techniques [guinea pigs and chinchillas].” Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery. Eds. Quesenberry and Hillyer. Philadelphia: WB Saunders, 1997. P. 243.
12. Micah Kohles. Gastrointestinal Anatomy and Physiology of Select Exotic Companion Mammals. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*. 2014. Vol. 17, ISSUE 2, P. 165–178. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.01.010>.
13. Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition, 1995. <http://dx.crossref.org/10.17226/4758>.
14. James G. Fox, Glen M. Otto, Mark T. Whary, Lynn C. Anderson, Kathleen R. Pritchett-Corning. Laboratory Animal Medicine. A volume in American College of Laboratory Animal Medicine. Third Edition, 2015. P. 1708. <https://www.sciencedirect.com/book/9780124095274/laboratory-animal-medicine#book-descriptiondescription>
15. Katherine E. Quesenberry, Christoph Mans, Connie J. Orcutt, James W. Carpenter. Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery. Elsevier Inc., 2021. P. 646. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-05982-2>.

THE ROLE OF MAIN NUTRIENTS IN THE COMPOSITION OF COMBINED FEED PRODUCTS AND THE PECULIARITIES OF THE FORMATION OF RECIPES FOR DECORATIVE RODENTS – GUINEA PIGS, AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF THEIR PRODUCTION

T. Bordun, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, D.V. Mazur, student
Odesa National University of Technology, Odesa

Abstract. Modern owners of decorative rodents have at their disposal an optimal selection of ready-made feed, which allows them to choose the necessary feeding mode for their pets. However, the analysis of the compound feed market for these animals shows that a significant share of it is imported products, while domestic compound feed and treats are presented in a limited range, often do not meet consumer requirements and are not always able to compete with foreign counterparts. In addition, most of the compound feeds available on the market can hardly be called complete rations, because they are mostly feed mixtures, the composition of which includes various components depending on the price category. It can be both ordinary cereals, oil crops, and more expensive ingredients, such as nuts, dried fruits, etc.

Compound feed should contain all the necessary components that ensure energy production, growth, tissue recovery and metabolism regulation. Compound feed for decorative rodents should include a certain amount of energy, nutrients and biologically active substances. It is also important to take into account such factors as the stage of development, reproductive activity, age and sex of the animal, the quality of energy, nutrients and biologically active substances.

Today, there remain a number of questions that require further study and improvement of knowledge about the feed needs of various types of decorative rodents. In particular, this concerns the composition of feed

components, the level of energy value, feed digestibility, as well as the optimal balance of nutrients and biologically active substances in its composition.

In this regard, each class of nutrients and biologically active substances in the diet was analyzed in detail, as well as the peculiarities of compound feed recipes taking into account the needs of decorative rodents, namely guinea pigs. The functional significance of these substances has been determined, the symptoms arising from their deficiency or excess in the diet have been studied, as well as their main sources and minimum needs of guinea pigs in different periods of life – during growth, reproduction and maintain health.

To ensure complete feeding of guinea pigs at home, one of the most effective solutions is the creation of balanced feed using modern technologies, such as granulation or extrusion. This will simultaneously satisfy both the natural feed needs of guinea pigs and their behavioral activity associated with the process of feed consumption.

Key words: decorative rodents, guinea pigs, nutrients and biologically active substances, recipe, diet, innovative technologies, granulated and extruded full-ration compound feed, treats.

References

1. Bordun, T., Iegorov, B. (2021). Innovative approaches in the formation of compound feed recipes for decorative birds and singing birds and technology of compound feed production for them. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 21 (3), 29–37. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v21i3.2231>
2. Pet Food Market: Industry Analysis and Forecast (2024-2030) Trends, Statistics, Dynamics, Segmentation: veb-sait. URL: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-pet-food-market/21009/> (data zvernennia: 10.09.2024).
3. Pet Food Market Report by Pet Type and Region 2024-2032: veb-sait. URL: <https://www.imarcgroup.com/pet-food-market> (data zvernennia: 10.09.2024).
4. Pet Food Market Research Size, Share, Industry Growth by Forecast 2023–2030: veb-sait. URL: <https://medium.com/@moreajaykumar541/pet-food-market-research-size-share-industry-growth-by-forecast-2023-2030-9569f5bb558b> (data zvernennia: 17.09.2024).
5. EDIAF EuropeanPetFood releases its annual Facts&Figures confirming 340 million pets in Europe: veb-sait. URL: https://europeanpetfood.org/_news/fediaf-europeanpetfood-releases-its-annual-factsfigures-confirming-340-million-pets-in-europe/ (data zvernennia: 21.09.2024).
6. Yehorov, B.V., Bordun, T.V. (2016). Naipopuliarnishi tvaryny-kompanony v Ukraini. Zbirnyk tez tedopovidei 76 naukovoï konferentsii vykladachiv akademii. Odesa: ONAKhT, 4–6.
7. Waltham Book of Clinical Nutrition of the Dog and Cat / by Josephine M. Wills. Pergamon Pr; First Edition, 1994. P. 472.
8. Rynok zootovariv i poslug v Ukraini zris na 27 %: yak zoobiznesu zalyshatysia konkurentospromozhnym u 2024: veb-sait. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rinok-zootovariv-i-poslug-v-ukrayini-zris-na-27-yak-zoobiznesu-zalishatysia-konkurentospromozhnim-u-2024> (data zvernennia: 27.09.2024).
9. U 2023 rotsi ukraïnskyi rynok zootovariv zris na 5 % – analityka Suziria Group: veb-sait. URL: <https://rau.ua/novyni/novini-partneriv/jak-vijna-v-ukraini-vplinula-na-zooindustriju/> (data zvernennia: 21.03.2024).
10. Kormy i lasoshchi dlia hryzuniv: morskii svynky: veb-sait. URL: <https://e-zoo.com.ua/ua/korm-dlya-gryzunov> (data zvernennia: 27.09.2024).
11. Hillyer, E.V., Quesenberry, K.E., Donnelly, T.M. (1997). “Biology, husbandry and clinical techniques [guinea pigs and chinchillas].” *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. Eds. Quesenberry and Hillyer. Philadelphia: WB Saunders. 243.
12. Micah, Kohles (2014). Gastrointestinal Anatomy and Physiology of Select Exotic Companion Mammals. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 17 (2), 165–178. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.01.010>
13. Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition (1995). <http://dx.crossref.org/10.17226/4758>.
14. James, G. Fox, Glen, M. Otto, Mark, T. Whary, Lynn, C. Anderson, Kathleen, R. Pritchett-Corning (2015). *Laboratory Animal Medicine. A volume in American College of Laboratory Animal Medicine. Third Edition*. 1708. <https://www.sciencedirect.com/book/9780124095274/laboratory-animal-medicine#book-descriptiondescription>
15. Katherine, E. Quesenberry, Christoph, Mans, Connie, J. Orcutt, James, W. Carpenter (2021). *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. Elsevier Inc. 646. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-05982-2>

Отримано в редакцію 22.11.2024
Прийнято до друку 10.12.2024

Received 22.11.2024
Approved 10.12.2024