

УДК 519.677:636.084.003.13 DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-248-256

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РАЦІОНУ КОРМІВ ДЛЯ СВИНАРСТВА

Дьоміна Н. А., к. т. н.,

Назарова О. П., к. т. н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Тел. (067)2998042, (097)49304522

Анотація – у реформованих сільськогосподарських підприємствах впровадження інтенсивної технології у процес виробництва продукції тваринництва, правильне визначення оптимального добового раціону має велике значення. Це впливає на фізіологічні особливості тварин, від нього залежить продуктивність тваринництва. Окрім того, у структурі собівартості продукції тваринництва корми займають найбільшу питому вагу. Тому для зменшення витрат при виробництві продукції тваринництва необхідно оптимізувати процес годівлі.

Для найкращого використання кормів та досягнення оптимальної окупності необхідно організувати годівлю тварин на науковій основі.

Добові раціони повинні бути збалансовані за всіма можливими показниками (кормові одиниці, перетравний протеїн), та одночасно мати мінімальну вартість. У якості критерію оптимальності в окремих задачах можна використовувати мінімум маси раціону, максимум енергетичних одиниць та ін.

Ключові слова – корм, модель, оптимальний план, раціон, продукція тваринництва, собівартість, критерій оптимальності.

Аналіз основних досліджень. Вартість корму – важливий показник для прийняття рішення про купівлю-продаж кормів або їх використанні в господарстві. Це грошова вартість корму в залежності від його поживного складу в порівнянні з альтернативними кормами. Розрахунок оптимальної вартості корму може здійснюватися різними математичними методами, що залежить від кількості показників поживності, які повинні бути враховані. Чим більше показників використовується в калькуляції вартості корму (оптимізації раціону годівлі), тим точнішим буде результат розрахунку, тобто рекомендація по використанню певного корму в раціоні. Методика розрахунку показників представлено у науковій літературі. Однак

відсутність розрахункових блоків у програмних пакетах ускладнює роботу дослідника.

У роботі пропонуються розрахункові блоки у пакеті MathCad, які дозволяють розраховувати основні економічні показники діяльності господарства.

Результати досліджень та їх обговорення. Обґрунтування і збалансованість по білку і інших поживних речовин кормової бази – один з головних чинників тваринництва. Вибір і структура балансу кормів залежать від природно-кліматичних умов господарство, видів і порід худоби, ступеня використання раціонального годування тварин.

Повноцінне годування є основою продуктивності дорослих тварин і збільшення живої ваги молодняка, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню ефективності тваринництва.

Залежно від умов кожного господарства і його можливостей для раціонального ведення тваринництва, а так само використання земельних угідь, виділених під кормовиробництво, необхідно розраховувати оптимальні структури посівних площ кормових культур, плани використання заготовлених кормів, норми і раціони годівлі тварин.

Розрахувати оптимальний кормовий раціон, що враховує зоотехнічні та економічні вимоги, за допомогою традиційних методів підбору дуже складно, а при великому наборі кормів практично неможливо, тому завдання доцільно вирішувати за допомогою економіко-математичних методів і ЕОМ.

Раціони годівлі повинні задовольняти потребу тварин не тільки в поживних речовинах (енергетичному, протеїновому, макро- м мікроелементом, амінокислотному і вітамінному складах). Але мати певне співвідношення різних груп і видів кормів, поживних речовин. Крім того, вони повинні мати мінімальну собівартість.

Економіко-математичну задачу можна сформулювати наступним чином: з наявних у господарстві кормів, а так само придбаних кормів і кормових добавок скласти раціон, який повністю задовольняв би біологічні потреби тварини в поживних речовинах і мав мінімальну вартість. При особливих постановках задачі або виконанні завдання в системі економічних моделей крім основного критерію оптимальності - мінімум собівартості раціону - можливі й інші критерії оптимальності.

Основними змінними є корми, які є в наявності. А так же корми, кормові та мінеральні добавки, які господарство може придбати. Одиницями виміру цих змінних є кг, ц залежно від періоду, на який складається раціон.

У задачі крім основних можуть бути допоміжні змінні. Він найчастіше висловлюють сумарна кількість кормових одиниць або перетравного протеїну в раціоні. За допомогою цих змінних

записують умови по структурі раціону (питома вага окремих груп кормів).

Методологічною основою аналізу досліджень основних вартісних економічних категорій є витрати, собівартість, ціна, прибуток, рентабельність. Першими, а тому найважливішими, у цьому переліку зазначено витрати. Вони впливають на характер динаміки усіх інших показників і мають найбільший вплив на зміну результатів господарської діяльності.

Постановка завдання. Метою дослідження є автоматизація обчислювальних блоків при якій можна одержати максимум сільськогосподарської продукції та прибутку з мінімальними витратами. Побудову математичної моделі із визначенням суми витрат виробничого процесу виконано на прикладі вирощування свиней.

Основна частина. Необхідно скласти оптимальний план добового раціону кормів для свинарства на зимовий період. У господарстві мається наступна кількість кормів, ц: ячменя – 4905 ц; вівса – 3169 ц; висівки пшеничних – 3006 ц; трав'яного борошна конюшини – 1990ц; картоплі – 9041 ц; кормового буряку – 34374 ц; м'ясо-кісткового борошна – 968 ц; обрату – 3398 ц. Зміст живильних речовин у 1 кг кожного виду корму і їхньої собівартості представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Живильні речовини у 1 кг кожного виду корму та їх собівартість

Корм	к.о, кг	протеїн, г	Кальцій, г	Фосфор, г	каротин, мг	лізин, г	метіонін + цистеїн, г	триптофан, г	Собівартість 1 кг корму, коп.
Ячмінь	1,21	81	1,2	3,3	1	4,0	3,4	1,5	5,92
Овес	1,0	83	1,4	3,3	-	3,5	3,2	1,4	5,64
Висівки пшеничні	0,71	126	1,8	10,1	4	5,5	4,0	1,9	3,98
Трав'яне борошно конюшинове	0,67	96	9,9	2,5	150	10,3	1,7	3,3	10,1 2
Картопля	0,3	31	0,2	0,7	-	1,0	0,3	0,2	6,67
Кормовий буряк	0,12	9	0,4	0,4	-	0,5	0,1	0,1	5,07
Обрат	0,13	31	1,2	1,0	-	2,6	1,1	0,4	1,09
М'ясокісткове борошно	0,89	339	31,7	14,4	-	28,7	14,7	4,6	23,8 2
Крейда	-	-	366	-	-	-	-	-	2

Необхідна кількість живильних речовин на 1 голову в добу, допустимий вміст окремих груп кормів у раціоні, вихід продукції і витрати на її виробництво представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники необхідної кількості живильних речовин

Показники	
– кормових одиниць	7,2
– протеїн	850
– кальцій, м	45
– фосфор, м	31
– каротин, мг	48
– лізин, м	60,6
– метіонін + цистеїн, м	18,74
– триптофан, м	10,1
зміст окремих груп кормів, % до загальної кількості кормових одиниць:	
– концентрати;	60-80
– коренеплоди;	15-25
– корму тваринного походження	8-13
Матеріально – грошові витрати (без вартості кормів), грн.	0,61
Вартість валової продукції, грн.	6,80

Для збалансованості раціонів по кальцію виділяється кормова крейда. Крім того, питома вага трав'яного борошна повинна скласти не більш 15% концентратів. Критерій оптимальності – мінімум вартості раціону.

Перелік змінних - кількість кормів, що може ввійти в раціон кормів позначимо: X_{11} – кількість ячменя в раціоні; X_{12} – кількість вівса в раціоні; X_{13} – кількість висівок у раціоні; X_{14} – кількість трав'янистого борошна в раціоні; X_{15} – кількість картоплі в раціоні; X_{16} – кількість кормового буряку в раціоні; X_{17} – обрату в раціоні; X_{18} – кількість м'ясокісткового борошна в раціоні; X_{19} – кількість крейди в раціоні; X_{10} – кількість кормових одиниць у раціоні.

Система обмежень у розгорнутому виді має вигляд:

1. Обмеження по балансу живильних речовин у раціоні: загальна кількість кормових одиниць

$$1.21 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0.71 \cdot x_3 + 0.67 \cdot x_4 + 0.3 \cdot x_5 + 0.12 \cdot x_6 + 0.13 \cdot x_7 + 0.89 \cdot x_8 - x_{10} = 0$$

$$x_{10} \geq 7.2$$

протеїну, що перетравлюється

$$81 \cdot x_1 + 83 \cdot x_2 + 126 \cdot x_3 + 96 \cdot x_4 + 31 \cdot x_5 + 9 \cdot x_6 + 31 \cdot x_7 + 339 \cdot x_8 \geq 850$$

2. Кальцію

$$1.2 \cdot x_1 + 1.4 \cdot x_2 + 1.8 \cdot x_3 + 9.9 \cdot x_4 + 0.2 \cdot x_5 + 0.4 \cdot x_6 + 1.2 \cdot x_7 + 31.7 \cdot x_8 + 366x_9 \geq 850$$

3. Фосфору

$$3.3 \cdot x_1 + 3.3 \cdot x_2 + 10.1 \cdot x_3 + 2.5 \cdot x_4 + 0.7 \cdot x_5 + 0.4 \cdot x_6 + 1 \cdot x_7 + 14.4 \cdot x_8 \geq 31$$

4. Каротину

$$1 \cdot x_1 + 4 \cdot x_3 + 150 \cdot x_4 \geq 48$$

5. Лізину

$$4 \cdot x_1 + 3.5 \cdot x_2 + 5.5 \cdot x_3 + 10.3 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 0.59 \cdot x_6 + 2.6 \cdot x_7 + 28.7 \cdot x_8 \geq 60.6$$

6. Метіонін + цистеїн

$$3.4 \cdot x_1 + 3.2 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 + 1.7 \cdot x_4 + 0.3 \cdot x_5 + 0.1 \cdot x_6 + 1.1 \cdot x_7 + 14.7 \cdot x_8 \geq 18.74$$

7. Триптофану

$$1.5 \cdot x_1 + 1.4 \cdot x_2 + 1.9 \cdot x_3 + 3.3 \cdot x_4 + 0.2 \cdot x_5 + 0.1 \cdot x_6 + 0.4 \cdot x_7 + 4.6 \cdot x_8 \geq 10.1$$

Вміст окремих груп кормів, % до загальної кількості кормових одиниць:

– концентрати

$$0.71 x_3 + 0.13 x_7 \geq 0.6 x_{10}$$

$$0.71 x_3 + 0.13 x_7 \leq 0.8 x_{10}$$

– коренеплоди

$$0.3 x_5 + 0.12 x_6 \geq 0.15 x_{10}$$

$$0.3 x_5 + 0.12 x_6 \leq 0.25 x_{10}$$

– корму тваринного походження

$$0.89 x_8 \leq 0.8 x_{10}$$

$$0.89 x_6 \geq 0.13 x_{10}$$

– трав'яного борошна повинно скласти не більш 15% концентратів.

$$0.67 x_4 \leq 0.15 \cdot x_{10}$$

Цільова функція (мінімум вартості раціону)

$$f(x) := 5.92x_1 + 5.64x_2 + 3.98x_3 + 10.12x_4 + 6.67x_5 + 5.07x_6 + 1.09x_7 + 23.82x_8 + 2x_9$$

Таблиця 3 – Матриця економіко-математичної задачі оптимізації добового раціону годівлі корів

Найменування обмежень	Ячмінь	Овес	Вівітки пшеничні	Трав'яне борошно конюшинове	Картопля	Кормовий буряк	Обрат	М'ясокісткове борошно	Крейда	Загальна кількість кормових одиниць	Вид обмежень	Обсяг обмежень
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Усього кормових одиниць, кг	1,21	1	0,71	0,67	0,3	0,12	0,13	0,89		-1	=	0

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кормові одиниці										1	≥	7,2
Протеїн, г	81	83	126	96	31	9	31	339			≥	850
Кальцій	1,2	1,4	1,8	9,9	0,2	0,4	1,2	31,7	366		≥	45
Фосфор	3,3	3,3	10,1	2,5	0,7	0,4	1	14,4			≥	31
Каротин, мг	1		4	150							≥	48
Лізін, кг	0,85	0,83	0,85	0,25	0,45	0,9					≤	20
Концентрати, не менш, кг кор. ед			0,71				0,13			-0,6	≥	0
Концентрати, не більш			0,71				0,13			-0,8	≤	0
Коренеплоди, не менш					0,3	0,12				-15	≥	0
Коренеплоди, не більш					0,3	0,12				-25	≤	0
Корму тваринного походження, не менш								0,89		-0,8	≥	0
Корму тваринного походження, не більш								0,89		0,13	≤	0
Трав'яного борошна				0,67						0,15	≤	0
Собівартість раціону	5,92	5,64	3,98	10,12	6,67	5,07	1,09	23,8	2			min

В пакеті MathCad12 отриманий оптимальний добовий раціон годівлі корів:

Таблиця 4 – Потреба в живильних речовинах

Змінні	Кормів	Живильні речовини								Собівартість, грн,
		Кормових одиниць	Протеїн, г	Кальцій, г	Фосфор, г	Каротин, мг	Лізін, г	Метіонін + цистеїн, г	Триптофан, г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x1	0,22	0,27	0,27	0,22	0,90	0,76	0,34	1,33	0,27	1,33
x2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
x3	6,97	4,95	12,55	27,89	38,35	27,89	13,25	27,75	12,55	27,8
x4	0,13	0,09	1,32	19,95	1,37	0,23	0,44	1,35	1,32	1,35

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x5	3,18	0,95	0,64	0	3,18	0,95	0,64	21,20	0,64	21,2
x6	1,05	0,13	0,42	0	0,53	0,11	0,11	5,33	0,42	5,33
x7	6,23	0,81	7,47	0	16,19	6,85	2,49	6,79	7,47	6,79
x8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x9	2,26	0	827,2	0	0	0	0	4,52	827,2	4,52
Разом		7,20	1210,5	849,8	48,1	60,5	36,8	17,26	7,20	68,3
Потреба в живильних речовинах		7,2	1208	850	45	31	48	20	7,2	
Перевищення потреби		0,0	2,5	-0,2	3,1	29,5	-11,2	-2,7	0,0	

$$\begin{aligned}
 x_1 &:= 0 & x_2 &:= 0 & x_3 &:= 0 & x_4 &:= 0 \\
 x_5 &:= 0 & x_6 &:= 0 & x_7 &:= 0 & x_8 &:= 0
 \end{aligned}$$

$$f(x) := 31x_1 + 32x_2 + 41.5x_3 + 37.3x_4 + 39.35x_5 + 9x_6 + 17x_7$$

Given

$$1.21x_1 + 0.17x_2 + 1.27x_3 + 1.11x_4 + 0.89x_5 + 0.12x_6 + 1.03x_7 - x_8 = 0$$

$$x_8 \geq 3.1$$

$$81x_1 + 28x_2 + 142x_3 + 48x_4 + 339x_5 + 9x_6 + 386x_7 \geq 290$$

$$1.2x_1 + 3x_2 + 0.7x_3 + 0.4x_4 + 31.7x_5 + 0.4x_6 + 3.6x_7 \geq 18$$

$$3.3x_1 + 0.8x_2 + 4.3x_3 + 2.3x_4 + 14.4x_5 + 0.5x_6 + 12.2x_7 \geq 13$$

$$x_1 + 38x_2 + 10.2x_3 + 3x_4 + 0.1x_6 + 3x_7 \geq 16$$

$$4x_1 + 2.1x_2 + 3.9x_3 + 1.9x_4 + 28.7x_5 + 0.4x_6 + 14.2x_7 \geq 12.01$$

$$3.4x_1 + 1.4x_2 + 4.1x_3 + 3.3x_4 + 14.7x_5 + 0.2x_6 + 16.7x_7 \geq 8.26$$

$$1.21x_1 + 0.7x_3 + 0.4x_4 + 3.6x_7 - 0.48x_8 \geq 0$$

$$1.21x_1 + 0.7x_3 + 0.4x_4 + 3.6x_7 - 0.64x_8 \leq 0$$

$$x \geq 0 \quad x_4 \geq 0.2x_8 \quad x_6 \geq 0.12x_8 \quad x_7 \geq 0.1x_8$$

$$R := \text{Minimize}(f, x)$$

$$x_1 \geq 0.025x_8$$

$$R^T =$$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0.198	0.201	1.818	0.482	0.372	0.31	3.1

$$f(R) = 11.08$$

Рис. 1. Лістинг програмного блоку.

Дотримані всі умови за структурою раціону.

Висновки. Аналіз результатів розв'язання задачі показує, що за даних умов оптимальним варіантом раціону є: висівки пшеничні $x_3 = 0,198$; трав'яне борошно конюшинове $x_4 = 0,201$; картопля $x_5 = 1,818$; кормовий буряк $x_6 = 0,482$; обрат $x_7 = 0,372$, м'ясокісткове борошно $x_8 = 0,31$, крейда $x_9 = 3,1$. Раціон забезпечує свиню поживними речовинами, собівартість його 11,08 грн.

Література:

1. *Хачатрян С. Р., Пинегина М. В., Буянов В. П.* Методы и модели решения экономических задач: учебное пособие. Москва: Экзамен, 2005. 384 с.

2. *Назарова О. П., Андрущенко О. С.* Економіко-математична задача оптимізації добового раціону ВРХ // Сучасна наука в мережі Інтернет: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Київ, 2010. Ч. 2. С. 28-31.

3. *Назарова О. П., Андрущенко О. С., Андрущенко М. В.* Економічне обґрунтування оптимальної структури стада великої рогатої худоби // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Львів, 2010. Т. 12, № 1(43). С. 418-421.

4. *Назарова О. П., Андрущенко М. В., Андрущенко О. С.* Економіко-математична модель оптимізації галузевої структури виробництва // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2010. Вип. 3(72). С. 92-96.

5. *Кормовые добавки: справочник / А. М. Венедиктов и др.* 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1992. 190 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНА КОРМОВ ДЛЯ СВИНОВОДСТВА

Демина Н. А., Назарова О. П.

Аннотация – в сельскохозяйственных предприятиях интенсивные технологии при производстве продукции животноводства имеют большое значение, при этом главным является правильное определение оптимального суточного рациона. Суточный рацион влияет на физиологические особенности животных, от него зависит производительность животноводства.

Для лучшего использования кормов и достижения оптимальной окупаемости необходимо организовать кормление животных на научной основе.

Суточные рационы должны быть сбалансированы по всем показателям (кормовые единицы, протеин и т.д.), и одновременно иметь минимальную стоимость. В качестве критерия оптимальности в отдельных задачах можно использовать минимум массы рациона, максимум энергетических единиц и др.

MODELING AND OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF FEED IN PIG PRODUCTION

N. Demina, O. Nazarova

Summary

In agricultural enterprises, intensive technologies in the production of livestock products are important, while the main thing is the correct determination of the optimal. The daily ration affects the physiological characteristics of animals, and the productivity of livestock depends on it.

For achieving optimal payback, it is necessary to organize animal feeding on a scientific basis.

Daily rations should be balanced over all indicators (feed units, digestible protein, ...), and at the same time have a minimum cost. As the criterion of optimality in individual problems, it is possible to use a minimum of mass of a diet, a maximum of energy units, and others.

Depending on the conditions of each farm and its opportunities for rational livestock management, as well as the use of land allocated for feed production, it is necessary to calculate the optimal structures of sown areas of forage crops, plans for using harvested forages, norms and ration of feeding animals.

It is very difficult to calculate the optimum feed diet, taking into account zootechnical and economic requirements, and with a large set of feeds it is almost impossible, so it is advisable to solve the problem using economic and mathematical methods and computers.

Nutrition diets should meet the needs of animals not only in nutrients (energy, protein, macro-microelements, amino acid and vitamin supplements), but have a definite ratio of different groups and types of feed and nutrients. In addition, they must have a minimum cost.

The aim of the study is to automate the computing blocks, constructing a mathematical model with determining the sum of expenses on the example of growing pig breeding.