

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Науковий вісник

Таврійського державного агротехнологічного університету



Випуск 12, том 1

Електронне наукове фахове видання

Мелітополь – 2022 р.

УДК [631.3+621.3+004]

Т 13

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 1.

ISSN 2220-8674

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 9 від 26 квітня 2022 р.

Представлені результати досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, AGRIS, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:

Головний редактор

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Діордієв В. Т. – д.т.н., проф. (Україна)

Технічний секретар

Кондратюк Ю.В. (Україна)

Beloev Hristo – д.т.н., проф. (Болгарія)

Cortez Jose Italo – PhD (Mexico)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, проф. (Eesti)

Pascuzzi Simone – Dr. проф. (Italia)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Волошина А.А. – д.т.н., проф. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., доц. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лендел Т. І. – к.т.н., (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Лясковська С. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Постолатій В. М. – д.х.т.н. (Молдова)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Соболь О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Тітова О. А. – д.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Яковлев В. Ф. – к.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького, 18,

м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 Україна

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2022.



DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-5

УДК 338.2

Р. В. Скляр, к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-1547-5100

Б. В. Болтянський, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-2072-4025

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: radmila.skliar@tsatu.edu.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РАЦІОНУ ГОДУВАННЯ ДІЙНИХ КОРІВ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Анотація. В статті запропоновано методику моделювання оптимального раціону годування дійних корів у зимовий період з дотриманням відповідних зоотехнічних: по енергетичному, протеїновому, макро- і мікроелементному, амінокислотному і вітамінному складі, а також по співвідношенню різних груп, видів кормів у поживних речовинах та економічних вимог. Доведено, що для цього доцільно використовувати оптимізаційну економіко-математичну модель раціону годування тварин. При цьому використано цільову функцію – мінімальна собівартість раціону. В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом MS Excel отримано перелік видів кормів, що входять до складу раціону дійних корів при заданих вихідних даних. Розроблена та реалізована на тваринницькому підприємстві методика дозволить збільшити виробництво і реалізацію молока при мінімальній собівартості.

Ключові слова: моделювання, оптимізація, дійна корова, раціон, собівартість, молоко.

Постановка проблеми. Створення надійної кормової бази у сільськогосподарських підприємствах є основою подальшого зростання тваринництва. Вибір і структура кормового балансу залежить від природно-кліматичних умов, видів і порід тварин, що розводять у господарстві, досягнення науки і техніки та досвіду у організації раціональної годування сільськогосподарських тварин [1].

Повноцінне годування є основою відтворення тварин і, відповідно, зростання продуктивності дорослих тварин, сприяє скороспілості та збільшення живої маси молодняку, що в свою чергу означає підвищення ефективності ведення галузі тваринництва. Правильне використання кормів є одним із резервів збільшення і здешевлення виробництва продукції галузі тваринництва [2]. В залежності від умов



кожного зокрема сільськогосподарського підприємства, його можливостей необхідно розраховувати оптимальні норми годування тварин, виходячи із науково – обґрунтованих, розроблених на основі оптимізаційних методів і моделей раціонів годування кожного виду сільськогосподарської тварини.

Розрахувати такий раціон традиційними методами підбору компонентів дуже складно, а при значному наборі кормів, практично не можливо. Тому задачу бажано вирішувати з допомогою економіко-математичних методів з використанням ПЕОМ.

Питання оперативного планування використання кормів, які заготовлені на зимовий період, представляють практичний інтерес. Оптимальний план повинен забезпечити найбільш раціональний розподіл запасів кормів між статевовіковими групами і видами худоби з одночасним визначенням раціонів для кожної групи [3].

Аналіз останніх досліджень. Питанням економіко-математичного моделювання в управлінні виробничо-економічною діяльністю присвячені роботи С. М. Волкова, В. Д. Кірюхіна, О. О. Варламова, О. В. Купчиненко, Л. С. Твердовської, Р. О. Трибрата [4, 5], які описували системи макроекономічних моделей планування та аналізу розвитку агропромислового комплексу. Автори намагалися моделювати окремі елементи виробничо-економічної діяльності, нехтуючи принципом комплексності. Але, сучасні підходи до моделювання у сільському господарстві мають бути спрямовані на розвиток таких принципів управління, як системність та комплексність, багатоваріативність розрахунків за допомогою запровадження системи економіко-математичних моделей.

Також, важливу роль відіграють завдання оптимізації [4-6]: повновікової структури стада; раціонів годування худоби; структури кормовиробництва, забезпечення худоби кормами власного виробництва в умовах обмежених земельних ресурсів. Вирішення цих завдань допоможе уникнути погіршення показників відтворення стада, продуктивності тварин і досягти максимум економічного ефекту.

Формулювання мети статті. Розробка економіко-математичної моделі та розрахунок оптимального раціону годування дійних корів з урахуванням відповідних зоотехнічних та економічних вимог.

Основна частина. На фермі великої рогатої худоби (ВРХ) для годування тварин використовують зернові, грубі та соковиті корми, які вирощені в господарстві [7, 8]. До них відносяться солома, кукурудза на силос, концентровані корми [9].

Розробку числової економіко-математичної моделі починають з визначення невідомих величин і параметрів (відомих величин) задачі [10,11]. Відбір вихідної інформації повинен включати:

- вид чи статево-вікова група тварин, для якої складається раціон,



період (доба, декада, місяць), жива маса, продуктивність;

- вміст поживних речовин у раціоні (норма годування);
- види кормів і добавок, що є в господарстві;
- норми згодовування різних видів кормів тварині (граничні);
- вміст поживних речовин у 1 кг кожного виду корму;
- ціни 1-ці корму чи їх собівартість.

На основі попереднього аналізу для розв'язку даної задачі необхідно мати таку інформацію [9-12]:

- визначають добову потребу сільськогосподарської тварини у різних видах поживних речовинах, макро- і мікроелементів, вітамінах, амінокислотах;

- визначаються види кормів власного виробництва, їх собівартість та необхідні кормові добавки, вітаміни тощо, що будуть покупними та, відповідно, їх ціни;

- визначаються фізіологічно допустимі границі вмісту різних груп кормів і кормових добавок у раціон в залежності від цільового призначення тваринницької продукції. Встановлюється співвідношення в раціоні окремих поживних і хімічних речовин.

Постановка задачі. Скласти економіко-математичну модель оптимізації добового раціону годування для дійних корів у зимовий період з середньою живою масою 600 кг і середньодобовим надоем 20 кг молока. Для забезпечення заданої продуктивності необхідно, щоб в раціоні містилося не менше 17,0 кг кормових одиниць, 1700 г перетравного протеїну, 110,5 г кальцію, 76,5 г фосфору і 765 мг каротину. Сухой речовини в нім має бути не менше 17 кг.

Раціон може складатися з дерті ячмінної, дерті горохової, соняшникового шроту, висівок, сіна люцернового, соломи, силосу кукурудзяного, сінажу люцернового і кормового буряка. Вміст поживних речовин в кормі і їх поживна цінність представлені в таблиці 1.

Маса окремих груп кормів може перебувати в межах [7]:

- концентрати - від 30 до 40% від структури раціону,
- грубі корми - від 10 до 20%,
- соковиті 30...50%
- премікс не менше 1%

Питома вага кукурудзи в групі концентрованих кормів повинна складати 40...50%, шроту від 20 до 30%, висівок не більше 6 %, дерть ячмінна від 5 до 10%; соломи в групі грубих – не більше 20%, силосу – не менше 50% в групі соковитих [7].

Критерій оптимальності – мінімум собівартості раціону.

Збір вихідної інформації і порядок її підготування

Вихідною інформацією в даному типі задач буде поживність та собівартість кормів (таблиця 1) [7,12].



Таблиця 1

Вміст поживних речовин в 1 кг корму і собівартість кормів

Види кормів	Кормові одиниці, кг	Перетравний протеїн, г	Кальцій, г	Фосфор, г	Каротин, мг	Суша речовина, кг	Вартість (собівартість) 1 кг
Дерть ячмінна	1,08	90	1,6	2,9	0,3	0,85	3,75
Дерть горохова	1,22	198	2	4,3	0,2	0,88	2,25
Кукурудза	1,33	78	0,5	5,2	6,8	0,85	4,2
Шрот соняшниковий	1,18	383	3,6	12,2	3	0,9	3,5
Шрот соєвий	1,21	400	2,7	6,6	0,2	0,91	4,3
Висівки пшеничні	0,86	109	2	6,6	2,6	0,84	3,1
Сінаж люцерновий	0,54	38	5,4	1,6	40	0,45	2,15
Сіно люцернове	0,5	70	4,2	2,4	49	0,83	1,18
Солома ячмінна	0,36	16	3,7	1,0	4	0,85	0,11
Силос кукурудзяний	0,2	14	1,5	1,1	15	0,26	0,23
Кормовий буряк	0,12	9	0,4	0,4	–	0,13	1,68
Премікс	-	-	90	30	1250	-	6,8

Розробка числової моделі

У відповідності з умовами задачі введемо змінні величини:

 x_1 – дерть ячмінна, кг x_2 – дерть горохова, кг x_3 – кукурудза, кг x_4 – шрот соняшниковий, кг x_5 – шрот соєвий, кг x_6 – висівки пшеничні, кг x_7 – сінаж люцерновий, кг x_8 – сіно люцернове, кг x_9 – солома ячмінна, кг x_{10} – силос кукурудзяний, кг x_{11} – кормовий буряк, кг x_{12} – премікс, кг**Складемо систему обмежень:**

1. За кормовими одиницями, кг

$$1,08 x_1 + 1,22 x_2 + 1,33 x_3 + 1,18 x_4 + 1,21 x_5 + 0,86 x_6 + 0,54 x_7 + 0,5 x_8 + 0,36 x_9 + 0,2 x_{10} + 0,12 x_{11} \geq 17,0$$



2. За вмістом перетравного протеїну, г

$$90 x_1 + 198 x_2 + 78 x_3 + 383 x_4 + 400 x_5 + 109 x_6 + 38 x_7 + 70 x_8 + 16x_9 + 14x_{10} + 9 x_{11} \geq 1700$$

3. За вмістом каротину, мг

$$0,3x_1 + 0,2x_2 + 6,8 x_3 + 3 x_4 + 0,2 x_5 + 2,6 x_6 + 40 x_7 + 49 x_8 + 4x_9 + 15x_{10} + 1250x_{12} \geq 765$$

4. За вмістом кальцію, г

$$1,6x_1 + 2x_2 + 0,5x_3 + 3,6x_4 + 2,7 x_5 + 2 x_6 + 5,4x_7 + 4,2x_8 + 3,7x_9 + 1,5x_{10} + 0,4x_{11} + 90x_{12} \geq 110,5$$

5. За вмістом фосфору, г

$$2,9x_1 + 4,3x_2 + 5,2x_3 + 12,2x_4 + 6,6 x_5 + 6,6 x_6 + 1,6x_7 + 2,4x_8 + x_9 + 1,1x_{10} + 0,4x_{11} + 30x_{12} \geq 76,5$$

II. За вмістом сухої речовини, кг

6. Не менше

$$0,85x_1 + 0,88x_2 + 0,85x_3 + 0,9x_4 + 0,91 x_5 + 0,84x_6 + 0,45x_7 + 0,83x_8 + 0,85x_9 + 0,26x_{10} + 0,13x_{11} \geq 17$$

III. За вмістом груп кормів у раціоні, кг

7. Концентратів, не менше

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 0,3(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$2,33x_1 + 2,33x_2 + 2,33x_3 + 2,33x_4 + 2,33x_5 + 2,33x_6 - x_7 - x_8 - x_9 - x_{10} - x_{11} - x_{12} \geq 0$$

8. Концентратів, не більше

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 0,4(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$1,5x_1 + 1,5x_2 + 1,5x_3 + 1,5x_4 + 1,5x_5 + 1,5x_6 - x_7 - x_8 - x_9 - x_{10} - x_{11} - x_{12} \leq 0$$

9. Грубих кормів, не менше

$$x_8 + x_9 \geq 0,1(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 + 9x_8 + 9x_9 - x_{10} - x_{11} - x_{12} \geq 0$$

10. Грубих кормів, не більше

$$x_8 + x_9 \leq 0,2(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 + 4x_8 + 4x_9 - x_{10} - x_{11} - x_{12} \leq 0$$

11. Соковитих, не менше

$$x_7 + x_{10} + x_{11} \geq 0,3(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 + 2,33x_7 - x_8 - x_9 + 2,33x_{10} + 2,33x_{11} - x_{12} \geq 0$$

12. Соковитих, не більше

$$x_7 + x_{10} + x_{11} \leq 0,5(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 + x_7 - x_8 - x_9 + x_{10} + x_{11} - x_{12} \leq 0$$

13. Премікс, не менше

$$x_{12} \geq 0,01(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12})$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 - x_8 - x_9 - x_{10} - x_{11} + 99x_{12} \geq 0$$

IV. За вмістом окремих видів кормів у групах кормів, кг

14. Кукурудза в групі концентрованих, не менше



$$x_3 \geq 0,4 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6) \quad \text{або} \quad -x_1 - x_2 + 1,5x_3 - x_4 - x_5 - x_6 \geq 0$$

15. Кукурудза в групі концентрованих, не більше

$$x_3 \leq 0,5 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6) \quad \text{або} \quad -x_1 - x_2 + x_3 - x_4 - x_5 - x_6 \leq 0$$

16. Шрот в групі концентрованих кормів, не менше

$$x_4 + x_5 \geq 0,2 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 + 4x_4 + 4x_5 - x_6 \geq 0$$

17. Шрот в групі концентрованих кормів, не більше

$$x_4 + x_5 \leq 0,3(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 + 2,33x_4 + 2,33x_5 - x_6 \leq 0$$

18. Висівки в групі концентрованих кормів, не більше

$$x_6 \leq 0,06(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

$$-x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 + 15,7x_6 \leq 0$$

19. Солома в групі грубих кормів, не більше

$$x_9 \leq 0,2 (x_8 + x_9) \quad \text{або} \quad -x_8 + 4x_9 \leq 0$$

20. Силосу в групі соковитих, не менше

$$x_{10} \geq 0,5 (x_7 + x_{10} + x_{11}) \quad \text{або} \quad -x_7 + x_{10} - x_{11} \geq 0$$

21. Дерть ячмінна в групі концентрованих кормів, не менше

$$x_1 \geq 0,05 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

$$19x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 \geq 0$$

22. Дерть ячмінна в групі концентрованих кормів, не більше

$$x_1 \geq 0,1 (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6)$$

$$9x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 - x_6 \leq 0$$

Цільова функція: мінімум вартості раціону, грн.

$$F = 3,75x_1 + 2,25x_2 + 4,2x_3 + 3,5x_4 + 4,3x_5 + 3,1x_6 + 2,15x_7 + 1,18x_8 + 0,11x_9 + 0,23x_{10} + 1,68x_{11} + 6,8x_{12} \rightarrow \min$$

Вирішення задачі на ПЕОМ

Після цього готується числова модель задачі, дані якої заносять у персональний комп'ютер і вирішують за допомогою платформи MS Excel [11].

В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом MS Excel отримані наступні дані в таблиці 2.

Аналіз результатів розв'язання задачі

Згідно оптимального плану в раціон слід включити (таблиця 2):

- дерть ячмінна – 0,46 кг
- дерть горохова – 3,23 кг
- кукурудза – 3,69 кг
- шрот соняшникових – 1,84 кг
- сіно люцернове – 4,91 кг
- солома ячмінна - 1,23 кг
- силос кукурудзяний – 14,82 кг
- премікс – 0,53 кг

Загальна вага добового раціону – 30,71 кг



Таблиця 2

Оптимальний розв'язок задачі

Номер обмеження	Змінні	Види кормів												Обмеження		
		дерть ячмінна	дерть горохова	кукурудза	шрот сояшишковий	шрот соєвий	висівки пшеничні	сінаж люцерновий	сіно люцернове	солома ячмінна	силос кукурудзяний	кормовий буряк	премікс	Ліва частина	Знак	Права частина
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12			
Значення змінних, кг		0,46	3,23	3,69	1,84	0	0	0	4,91	1,23	14,82	0	0,53			
I. Баланс поживних речовин																
1	Кормових одиниць, кг	1,08	1,22	1,33	1,18	1,21	0,86	0,54	0,5	0,36	0,2	0,12	17	≥	17	
2	Перетравного протеїну, г	90	198	78	383	400	109	38	70	16	14	9	2245	≥	1700	
3	Каротину, мг	0,3	0,2	6,8	3	0,2	2,6	40	49	4	15	1250	1158	≥	765	
4	Кальцію, г	1,6	2	0,5	3,6	2,7	2	5,4	4,2	3,7	1,5	0,4	90	111	≥	110,5
5	Фосфору, г	2,9	4,3	5,2	12,2	6,6	6,6	1,6	2,4	1	1,1	0,4	30	102	≥	76,5
II. Вміст сухої речовини, кг																
6	Не більше	0,85	0,88	0,85	0,9	0,91	0,84	0,45	0,83	0,85	0,26	0,13	17	≥	17	
III. Вміст груп кормів у раціоні, кг																
7	Концентратів тп	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	-1	-1	-1	-1	-1	0	≥	0	
8	Концентратів тах	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-1	-1	-1	-1	-1	-8	≤	0	
9	Грубих кормів тп	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	9	-1	-1	31	≥	0	
10	Грубих кормів тах	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4	4	-1	-1	0	≤	0	
11	Соковитих тп	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2,33	-1	-1	2,33	2,33	-1	19	≥	0
12	Соковитих тах	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	≤	0
13	Премікс тп	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	99	22	≥	0
IV. Вміст окремих видів кормів у групах кормів																
14	Кукурудза в групі концентрованих тп	-1	-1	1,5	-1	-1	-1						0	≥	0	
15	Кукурудза в групі концентрованих тах	-1	-1	1	-1	-1	-1						-2	≤	0	
16	Шрот в групі концентрованих тп	-1	-1	-1	4	4	-1						0	≥	0	
17	Шрот в групі концентрованих тах	-1	-1	-1	2,33	2,33	-1						-3	≤	0	
18	Висівки в групі концентрованих кормів тах	-1	-1	-1	-1	-1	15,7						-9	≤	0	
19	Солома в групі грубих кормів тах							-1	4				0	≤	0	
20	Силосу в групі соковитих тп							-1		1	-1		15	≥	0	
21	Дерть ячмінна в групі концентрованих кормів тп	19	-1	-1	-1	-1	-1						0	≥	0	
22	Дерть ячмінна в групі концентрованих кормів тах	9	-1	-1	-1	-1	-1						-5	≤	0	
Мінімальна вартість раціону, грн.		3,75	2,25	4,2	3,5	4,3	3,1	2,15	1,18	0,11	0,23	1,68	6,8	min	44	

Виконання умов:

- I група обмежень - потреба в кормових одиницях і кальцію задоволена по мінімуму, вміст каротину, протеїну і фосфору значно вище мінімально необхідного;

- II і III група - кількість сухої речовини і концентратів відповідає необхідному, інших груп кормів перевищує мінімально необхідне;

- VI група - математичні співвідношення виконані.

Цільова функція: при такому складі кормів мінімальна собівартість раціону становитиме 44 грн.

Висновки. Для молочного підприємства ВРХ запропонована методика дозволить скласти та розв'язати економіко-математичну модель. В результаті буде отримано оптимальний раціон годування дійних корів при мінімальній його собівартості.

Список використаних джерел

1. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431–433.
2. Milko D. O., Pedchenko G. P., Zhuravel D. P., Bratishko V. V.



Results of the nutritional preservation research of the alfalfa laying on storage with two-phase compaction. INMATEH - Сельскохозяйственное машиностроение. 2020. Vol. 60. No. 1. Pp. 269-274. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmatch-60-30.2>.

3. Boltianska N. Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. Rome. 2021. Pp. 171–176.

4. Кігель В. Р. Математичні методи ринкової економіки. К: Кондор, 2003. 212 с.

5. Трибрат Р. О. Моделювання технологічних процесів у тваринництві: метод. рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Миколаїв: МНАУ, 2016. 47 с.

6. Скляр Р. В. Доцільність використання економіко-математичних моделей в сільському господарстві. Інноваційні технології в АПК: матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 122–124.

7. Практикум з годування сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / Ібатуллін І.І. та ін., під ред. академіка НААН України І. І. Ібатулліна. К.: 2015. 422 с.

8. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

9. Boltianska N. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. Pp. 478–480.

10. Скляр О. Г. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / О. Г. Скляр та ін. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

11. Скляр Р. В. Основні принципи побудови та аналіз математичних моделей технологічних процесів. Міжнародна науково-практична конференція «Молодь і технічний прогрес в АПК». Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 263–266.

12. Boltianskyi B. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research/ B. Boltianskyi other. Processes 2021, 9(7), 1144 <https://doi.org/10.3390/pr9071144>.

Стаття надійшла до редакції 13.12.2021 р.



R. Skliar, B. Boltianskyi
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university

MODELING AND OPTIMIZATION OF DIET FOR FEEDING MILK COWS IN WINTER

Summary

The article proposes a method of modeling the optimal diet for dairy cows in winter with the relevant zootechnical: energy, protein, macro- and micronutrient, amino acid and vitamin composition, as well as the ratio of different groups, types of feed in nutrients and economic requirements. Complete feeding is the basis of animal reproduction and, accordingly, increase the productivity of adult animals, promotes precocity and increase the live weight of young animals, which in turn means increasing the efficiency of the livestock industry. Proper use of feed is one of the reserves to increase and reduce the cost of production of livestock products. Depending on the conditions of each agricultural enterprise, its capabilities, it is necessary to calculate the optimal norms of animal feeding, based on scientifically sound, developed on the basis of optimization methods and models of feeding rations of each species of farm animals. It is proved that for this purpose it is expedient to use the optimization economic-mathematical model of animal feeding ration. The target function was used - the minimum cost of the diet. The source information was the content of feed units, digestible protein, calcium, phosphorus, carotene, dry matter and the cost of feed. As a result of solving the problem of linear programming by the simplex method of MS Excel, a list of feed species that are part of the diet of dairy cows with a given initial data. The following conditions are met: the need for feed units and calcium is met to a minimum, the content of carotene, protein and phosphorus is much higher than the minimum required, the amount of dry matter and concentrates meets the required, other feed groups exceed the minimum required. The methodology developed and implemented at the livestock enterprise will increase milk production and sales at a minimum cost.

Key words: modeling, optimization, dairy cow, diet, cost, milk.

**ЗМІСТ****ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

- Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Волошин А. А.* 1
Вплив конструктивних особливостей розподільної системи планетарного гідромотору на зміну його функціональних параметрів
- Дідур В. В., В'юник О. В., Комар А. С.* 2
Аналіз способів внесення добрив
- Федоров В. Г., Кенко О. І., Кенко В. М.* 3
Автоматизація транзитного калориметра для комплексного вимірювання основних теплофізичних характеристик молочних продуктів
- Бондаренко Л. Ю., Вершков О. О.* 4
Розроблення системи крапельного зрошення насаджень черешні в ТОВ «САН МІЛЕТ»
- Скляр Р. В., Болтянський Б. В.* 5
Моделювання та оптимізація раціону годування дійних корів у зимовий період
- Шокарев О. М., Шегеда К. О., Болтянський Б. В., Шокарев О. О.* 6
Різальні пристрої для збирання незернової частини врожаю при комбайновому збиранні зернових культур методом обчисування рослин на корені
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Шокарев О. М., Сиротюк С. В.* 7
Забезпечення довговічності основних деталей гомогенізаторів молочних продуктів
- Дашивець Г. І., Бондар А. М., В'юник О. В.* 8
Вплив рівня інженерної підготовки виробництва на якість ремонту машин
- Ковальов О. О., Самойчук К. О., Фучаджи Н. О., Паляничка Н. О.* 9
Оцінка перспектив розвитку молочних автоматів і економічної ефективності їх оснащення гомогенізаторами
- Самойчук К. О., Лебідь М. Р., Ломейко О. П.* 10
Аналітичне визначення продуктивності протиточної головки гомогенізатора



- Банга В. І.* 11
Результати експерименту факторів, що впливають на продуктивність індивідуального дозатора комбікормів

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Боковець С. П., Перцевой Ф. В.* 12
Дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків шоколадних
- Самойчук К. О.* 13
Методика оцінювання якості гомогенізації молочної емульсії
- Самілик М. М., Цинь Сюаньсуань, Болгова Н. В.* 14
Розширення асортименту кисломолочних напоїв з підвищеною біологічною цінністю
- Крижак Л. М.* 15
Ультразвукові технології у харчовій промисловості
- Тарасенко В. Г., Фучаджи Н. О., Червоткіна О. О.* 16
Удосконалення способу охолодження напоїв
- Пахомська О. В.* 17
Історія розвитку кейтеринг індустрії – від минулого в майбутнє

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Вовк О. Ю., Квітка С. О.* 18
Ресурсозберігаюче керування навантаженням асинхронних електродвигунів насосних установок в умовах зниження живлячої напруги

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

- Дьоміна Н. А., Морозов М. В.* 19
Комп'ютерне моделювання у супутниковій геодезії та автоматизація вимірювань
- Дяденчук А. Ф., Філіпович Є. В.* 20
Моделювання функціональних характеристик сонячних елементів на основі ZnO і TiO₂



<i>Костенко С. М., Маяк О. А., Федак Н. В.</i> Системний аналіз як інструмент сучасного інжинірингу	21
<i>Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Мірошниченко М. Ю.</i> Алгоритм моделювання одновимірних обводів за заданими умовами	22
<i>Івженко О. В., Антонова Г. В.</i> Реверс інжиніринг та виготовлення складної тривимірної поверхні	23
<i>Мацулевич І. Є., Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Чаплінський А. П.</i> Отримання мастер-моделі з восківки методом лиття	24

Електронне наукове фахове видання

Науковий вісник
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 12, том 1.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 10 травня 2022 р.
Друкарня ТДАТУ
12,17 умов. друк. арк.