

СИСТЕМНИЙ ОПИС І МОДЕЛЮВАННЯ ПАСОВИЩНОГО КОРМОВИРОБНИЦТВА

*О.В.Гвоздєв, кандидат технічних наук
Таврійська державна агротехнічна академія*

Постановка проблеми. Пасовищне кормовиробництво передбачає велику різноманітність видів кормів із трав: зелена маса, спасування трав на корені, сіно, сінаж, силос, трав'яне борошно, гранули тощо. [1]. До того ж, кожний вид кормів передбачає застосування різноманітних технологічних систем (ТхС) їх виробництва. Наприклад, ТхС виробництва сіна на пасовищах дозволяє одержувати розсипне сіно польового сушіння або пресоване; сіно польового сушіння подрібнене; сіно з досушуванням активним вентиляванням та ін. Кожна ТхС пасовищного кормовиробництва передбачає застосування визначеного числа технологічних операцій (ТО) із застосуванням визначених технічних засобів (ТЗ). Крім цього, будь-яка ТхС має визначену кількість стохастических зв'язків із зовнішнім середовищем (природно-кліматичні і господарчо-економічні умови) і біологічними об'єктами (тварини, люди), що можуть бути як керованими, так і некерованими. Тому, при удосконалюванні ТхС і раціональному її застосуванні необхідна системна єдність техніки, технології і середовища (рослини, ґрунт) з урахуванням впливу людини і тварин. Порушення такої єдності призводить до невиправданих витрат і втрати кормів. Тобто, найбільш повно й ефективно оцінити застосовувані ТхС можна за допомогою системного підходу.

Аналіз останніх досліджень. Системний підхід у рішенні задач підвищення ефективності ТхС широко застосовується як метод моделювання, обґрунтування і прийняття технічних рішень в області математичної статистики [2], системотехніки [3], сільсько-господарського виробництва [4, 5], а також кормовиробництва [6, 7, 8]. Незважаючи на широкий розвиток системного підходу, у кормовиробництві практика знає поки що тільки окремі успішні застосування даних методів [7, 9].

Треба також відзначити і специфічну особливість сільськогосподарського виробництва і кормовиробництва, зокрема, з його протиріччями, коли агроприйоми виправдані біологічно, але недостатньо ефективні економічно. Або навпаки, деякі агроприйоми результативні в економічному плані, але приносять шкоду рослинам, ґрунту, навколишньому середовищу. Тому виникає багато проблем по обґрунтуванню ефективних режимів роботи, удосконалюванню техніки і технологій, охороні навколишнього середовища, позитивного впливу на рослини і ґрунт. Рішення цих питань не можливо без глибоких наукових досліджень на основі принципів системного підходу і математичних методів.

Постановка завдання. Метою даної статті є обґрунтування загальної моделі функціонування ТхС пасовищного кормовиробництва і на підставі системного підходу вибрати критерії її оптимізації.

Основна частина. Як було відзначено вище, процес одержання пасовищного корму із трав є складною багатоопераційною, багатовидовою ТхС, модель функціонування якої має багатоступінчасту структуру. Модель ТхС пасовищного кормовиробництва містить у собі множину моделей окремих процесів і явищ і їхніх взаємозв'язків з урахуванням умов заготівлі і можливостей їхніх змін [1].

При заготівлі будь-якого виду корму (ВК) при пасовищному кормовиробництві виконується множина технологічних операцій (ТО) із застосуванням множини технічних засобів (ТЗ), якому належить множина фізичних процесів (ФП). Сукупність ТО, виконаних у визначеній послідовності із застосуванням визначеного набору ТЗ для заданого виду корму являють собою ТхС. Множина ТхС при їхній реалізації залежно від періоду заготівлі кормів, ступеня використання пасовища, погодних умов і інших чинників дозволяє одержати різноманітні види кормів, що у свою чергу складають множину видів кормів (ВК). Виходячи з цього можна записати

$$\text{ВК} \subset \text{ТхС} \subset \text{ТО} [\text{ТЗ}] \subset \text{ФП}.$$

Таким чином, у якості математичної моделі ТхС заготівлі кормів із пасовищних трав може бути використана багаторівнева ієрархічно узгоджена модель [1, 10]. Дана модель містить декілька взаємозалежних рівнів. На нижньому рівні ієрархічна модель ТхС заготівлі кормів із пасовищних трав містить у собі сукупність моделей, які описують окремі фізичні процеси (операції), що виконуються ТЗ для заготівлі кормів. На більш високому рівні здійснюється моделювання ТО в ТхС, що базуються на моделях ФП. На наступному рівні йде проектування ТхС використання пасовищ з урахуванням фізичного стану трави, заданих умов функціонування й обмежень.

Загальну схему вибору рішення при створенні (проектуванні) технологічної системи можна надати у вигляді п'яти етапів: постановка проблеми; аналіз ситуації; аналіз інформації; прорахування ситуації; прийняття рішення. Дана схема прийнята нами на основі багатоцільового аналізу з урахуванням корисності та ризику прийнятих рішень [2, 11].

При формалізованому описі ТхС заготівлі кормів із пасовищних трав виходили з того, що задача дослідження технологій може бути подана як двохточечна задача, яка формується за допомогою моделі “вхід – вихід” [12]. Необхідно перевести систему з деякого початкового стану X_0 в кінцевий стан X_k з урахуванням часу використання пасовища T і векторів керування: станом пасовища, станом травостоя, формування ТхС (рис.1).

У якості основних складових вектора стану ТхС прийнято фізико-механічні, агро-біологічні і техніко-економічні показники при зміні вектора X із X_i в X_{i+1} .

Система переходить із стану X_i в стан X_{i+1} під впливом вектора U_2 керування станом трави з урахуванням вектора U_1 використання пасовища. Вектор $U_2 = F_2(i)$, де i – номер технології, $i = 1 \dots M$ (рис. 1).

Вектор керування U_2 складається з множини ТО, що визначають за допомогою ТЗ заготівлі кормів ТхС, від якої залежить вид корму й основні його показники на завершальному етапі.

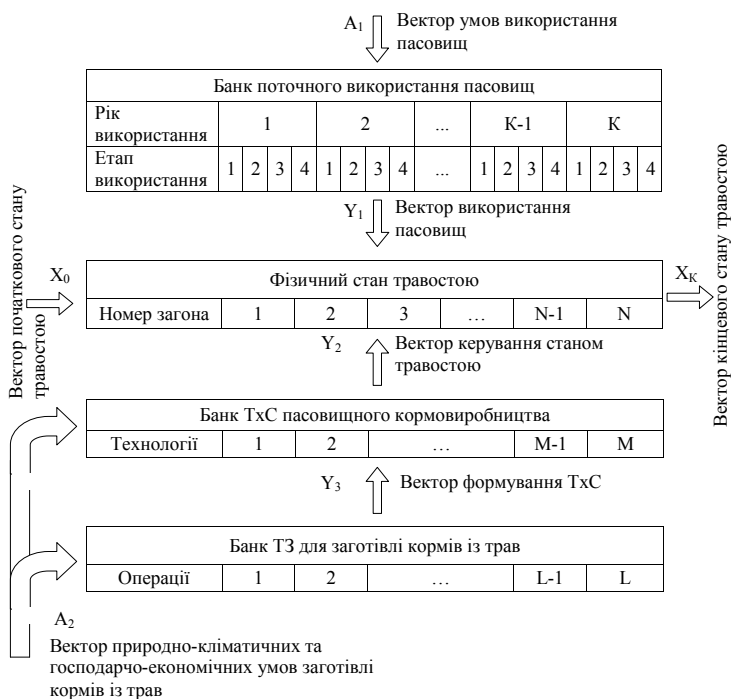


Рис.1. Загальна модель пасовищного кормовиробництва

На умову одержання технологічної системою того або іншого виду корму впливає також вектор Y_1

$$Y_1 = F_1(i, j),$$

де i – рік використання пасовища, $i = 1 \dots K$;
 j – етап використання пасовища, $j = 1 \dots 4$ [13].

Кожна з ТхС складається з множини операцій, для виконання яких використовуються різноманітні ТЗ. Складом ТЗ визначається обрана ТхС заготівлі кормів із пасовищних трав і вид корму, що заготовлюється (вектор Y_3 формування ТхС)

$$Y_3 = F_3(i),$$

де i – номер операції, що виконує ТЗ у ТхС, $i = 1 \dots L$.

Всі виробничі процеси пасовищного кормовиробництва від спасування трав на корені до використання трав для заготівлі різноманітних видів кормів протікають у конкретних умовах, обумовлених впливом множини чинників, основними з яких є природно-кліматичні. У запропонованій моделі вектор умов використання пасовищ A_1 впливає на вектор потокового використання пасовищ Y_1 і фізичного стану травостою X . Крім цього на вектор X робить істотний вплив і вектор природно-кліматичних і господарсько-економічних умов заготівлі корму A_2 . Вектори умов A_1 і A_2 складаються з множини складових, що залежать, насамперед, від природно-кліматичних чинників і умов використання пасовищ.

У загальному виді математична модель пасовищного кормовиробництва може бути записана у виді співвідношення:

$$X_k = A_m \cdot X_0 + F_1 \{Y_1 = F_2 [Y_2 = F_3 (Y_3) A_2] A_1\}$$

де F_1, F_2, F_3 – функції векторів керування станом пасовищного травостою;

A_m – матриця вектора постійних або перемінних значень чинників, що впливають на умову заготівлі корму

$$A_m = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix}.$$

Складовими векторів моделі є показники, що прийняті в кормовиробництві для оцінки технологій і окремих операцій. Об'єкт керування X характеризується станом травостою в поточному етапі використання пасовища і виражається такою математичною залежністю:

$$X = f(Q, W, \Pi, \Theta_3, T_3, Y_m),$$

де Q – маса трави, т;

W – вологість трави (корму), %;

Π – втрати живильних речовин, %;

Θ_3 – енерговитрати на одиницю корму, кВт. год./т.к.о;

T_3 – працевитрати на одиницю корму, люд.год./т.к.о;

U_m – питома металоємність на одиницю корму, кг/т.к.о.

Щоб вибрати й оцінити оптимальну ТхС заготівлі кормів із пасовищних трав необхідно вибрати один або декілька критеріїв оптимізації. У якості оптимізації можуть виступати: мінімум енерговитрат, мінімум витрат праці, мінімум втрат біологічного врожаю і т.п.

У загальному виді даний клас задач системної оцінки (оптимізації) ТхС може бути записаний так

$$F(x) \text{ ® } \min_{x \in S}$$

де $F(x)$ – скалярна функція, критерій оптимізації;

S – множина припустимих станів X .

Для оцінки різноманітних технологій пасовищного кормовиробництва роблять порівняння отриманих функцій $F(x)$. При цьому, технологія з об'єктом керування X_1 є більш кращою, чим із X_2 , якщо $F(x_1) < F(x_2)$.

Висновки. Найбільше повно й ефективно оцінити застосовані технологічні системи пасовищного кормовиробництва можна за допомогою системного підходу.

Побудована загальна модель пасовищного кормовиробництва у виді співвідношення функцій векторів керування станом пасовищного травостою з урахуванням векторів умов використання пасовищ, природно-кліматичних і господарсько-економічних умов заготівлі кормів із трав дозволяє для конкретного етапу використання пасовища вибрати й оцінити оптимальну технологічну систему заготівлі кормів із пасовищних трав, що відповідає умові мінімальних енерго-працевитрат і втрат біологічного врожаю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гвоздев О.В. Прогнозування розвитку технологій пасовищного кормовиробництва / Праці. Таврійська державна агротехнічна академія- Вип. 1., т. 20 - Мелітополь: ТДАТА, 2001.-С.66-73.
2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. - М.: Мир. 1990 - 208 с.
3. Дружинин В.В. Конторов Д.С. Системотехника. - М.: Радио и связь, 1985. - 200 с.
4. Липкович Э.И. Аналитические основы системы машин.-Ростов на Дону, 1983. - 112 с.

5. Авербух С.Л., Бочаров А.П. Системное описание и моделирование сельскохозяйственного производства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1987. -№ 1.-С. 3-7.

6. Гарькавий А.Д. Технологічне експлуатаційні основи розробки комплексів машин для збирання трав. Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. докт. техн. наук. Київ, 1995. - 49 с.

7. Попов В.Д. Методы проектирования и критерии оценки адаптивных технологий заготовки кормов из трав, повышающие эффективность технологий. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. Санкт - Петербург - Пушкин, 1998. - 46 с.

8. Кузьмицкий А.В. Механико - технологические основы внесения концентратов в силосуемые корма. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. Горки. 2001 - 42 с.

9. Каменской А.С. Методология системных исследований в сельском хозяйстве - М.: ВНИИТЭИСХ, 1984. - 72 с.

10. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. - К.: Урожай, 1994. - 216 с.

11. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю. Оцінка функціонування технологічних систем переробних підприємств малої потужності. / Праці. Таврійська державна агротехнічна академія - Вип. 20 - Мелітополь: ТДАТА. - 2004.- С.3-8.

12. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. К.: Техніка, 1977. - 768 с.

13. Гвоздев О.В. Оцінка стану і шляхи розвитку сінокосно - пасовищного кормовиробництва України /Праці. Таврійська державна агротехнічна академія - Вип.1, т. 23 - Мелітополь: ТДАТА. - 2001. -С. 136-140.