

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-15-1-18>

УДК 633.16:631.523

С. С. Швець, аспірант

ORCID: 0009-0000-2040-5724

В. С. Калина, к.т.н., доцентка

ORCID: 0000-0002-3061-3313

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

e-mail: viktoriya-kalina@ukr.net

МЕХАТРОННИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМУ: АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ІННОВАЦІЇ

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва питання забезпечення тварин якісними кормами є надзвичайно актуальним. Важливим складником кормової бази є комбікорми, що виготовляються з різних видів рослинної сировини, зокрема з кукурудзяних початків. Використання біологічно активних добавок дозволяє значно підвищити поживність кормів, їх засвоюваність та ефективність використання. У цьому контексті актуальним є розроблення нових підходів до виробництва комбікормів, зокрема шляхом впровадження мехатронних систем та автоматизованих технологій.

Роботу зосереджено на дослідженні виробничих процесів створення комбікорму з кукурудзяних початків з додаванням біологічно активних добавок, а також на розробленні мехатронного комплексу для забезпечення цього процесу. Проведено теоретичні дослідження, а також розроблено практичні рішення щодо впровадження автоматизованих комплексів для підвищення продуктивності та ефективності виробництва комбікормів.

Ключові слова: комбікорми, кукурудзяні початки, біологічно активні добавки, мехатронні системи, автоматизовані технології, виробництво кормів, засвоюваність кормів, кормова база.

Постановка проблем. Виробництво кормів із використанням кукурудзяних початків є перспективним напрямом розвитку тваринницької галузі. Кукурудза – один із найпоширеніших і найефективніших кормових ресурсів, який забезпечує високу поживність корму. Однак її ефективне використання можливе лише за умови впровадження новітніх технологій оброблення та виробництва.

Використання біологічно активних добавок у комбікормах дозволяє поліпшити їх засвоюваність та вплив на тваринницьку продуктивність. Це зменшує витрати кормів та покращує екологічність тваринницької продукції. Тому впровадження нових механізованих комплексів для виготовлення таких комбікормів є нагальною необхідністю [16].

Аналіз останніх досліджень. У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється вдосконаленню технологій виробництва комбікормів та використанню мехатронних систем у цьому процесі. Вивчення сучасних підходів до комбікормового виробництва показує, що важливими аспектами є якість сировини, зокрема кукурудзяних початків, використання біологічно активних добавок та автоматизація технологічних процесів.

І.В. Бондаренко та А.О. Коваль [1] аналізують сучасні підходи до виробництва комбікормів у сільському господарстві, наголошуючи на необхідності застосування інноваційних технологій для підвищення ефективності виробництва. Дослідження В.С. Коваленка [3] акцентує увагу на важливості біологічно активних добавок у кормах, що дозволяє поліпшити засвоюваність поживних речовин і продуктивність тварин.

Робота П.М. Сидоренка та О.І. Остапенка [2] висвітлює перспективи автоматизації технологічних процесів у тваринництві, зокрема впровадження мехатронних систем для оптиміза-

ції управління виробничими лініями. І.П. Марчук та Ю.В. Гавриленко [4] запропонували підхід до оптимізації виробництва комбікормів через використання мехатронних комплексів, що сприяє енергоефективності та зниженню втрат сировини.

Дослідження О.М. Шевченка [6] містить огляд інноваційних рішень у виробництві комбікормів, які передбачають інтеграцію мехатронних технологій. Зокрема, автори розглядають переваги автоматизованих систем контролю складу кормових сумішей. Аналогічні питання розглядають І.В. Сидоров та В.П. Заяць [7], які обґрунтовують необхідність широкого застосування мехатронних комплексів у комбікормовому виробництві.

Окрему увагу приділено питанням енергоефективності. О.Д. Філіпчук [5] аналізує екологічні аспекти мехатронних систем у сільському господарстві, підкреслюючи їх роль у зниженні витрат електроенергії. Подібні аспекти висвітлені в роботах В.І. Крамаренка [12] та А.О. Харченка і П.В. Мазура [18], які розглядають можливості мінімізації енерговитрат у процесі комбікормового виробництва.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про актуальність дослідження нових підходів до виробництва комбікормів, зокрема шляхом використання мехатронних комплексів та біологічно активних добавок. Це дозволяє підвищити якість кормів, їх засвоюваність і продуктивність тварин, що є важливими факторами для аграрної галузі.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження процесу виробництва комбікормів на основі кукурудзяних початків із додаванням біологічно активних добавок, а також розроблення мехатронного комплексу для автоматизації цього процесу. Основними завданнями є аналіз впливу біологічно активних добавок на поживність і засвоюваність кормів, розроблення та обґрунтування технічних рішень для мехатронної системи виробництва, а також оцінювання ефективності автоматизованих технологій у підвищенні продуктивності кормовиробництва.

Основна частина. Мехатронний комплекс для виробництва комбікорму з кукурудзяних початків із додаванням біологічно активних добавок має низку суттєвих переваг у порівнянні з традиційними машинами, що використовуються в сільському господарстві [8]. Основні переваги полягають у високій точності, автоматизації процесів, зниженні витрат енергії та підвищенні ефективності виробництва.

Однією з головних переваг мехатронного комплексу є повна автоматизація основних етапів виробництва комбікорму. Це дозволяє значно скоротити час виконання завдань і зменшити необхідність у ручній праці. Автоматизовані системи управління забезпечують: **постійний контроль за технологічними процесами:** комплекс оснащений сенсорами та датчиками, що відслідковують параметри роботи в реальному часі (температура, тиск, вологість сировини, рівень зносу елементів тощо); **зменшення людського фактора:** автоматизація знижує ймовірність помилок, що можуть виникати через недоліки у кваліфікації оператора або втому; **швидке реагування на зміни умов:** завдяки інтеграції із сучасними цифровими системами управління комплекс можна швидко адаптувати до змін в умовах виробництва або технологічних параметрів без зупинки всього процесу [11; 13].

Мехатронні комплекси значно підвищують продуктивність у порівнянні з традиційними методами виробництва комбікорму. Сучасні приводи, керовані комп'ютерними системами, дозволяють здійснювати точне управління рухом механічних частин та процесом виробництва і **точне дозування біологічно активних добавок.** Завдяки автоматичним системам додавання необхідної кількості добавок у комбікорм забезпечує рівномірність їх розподілу й оптимізує ефективність кінцевого продукту. Також високоточні ріжучі механізми дозволяють ефективно та швидко подрібнювати кукурудзяні початки, що зменшує час оброблення однієї партії матеріалу, завдяки чому зростає загальна продуктивність комплексу.

Однією з ключових переваг мехатронного комплексу є зниження енергоспоживання за одночасного збільшення продуктивності. Системи автоматизації дозволяють оптимально керувати процесами, зокрема:

- **оптимізація енергоспоживання:** у мехатронних комплексах застосовуються сучасні алгоритми, які дозволяють знижувати енергоспоживання шляхом автоматичного регулювання швидкості роботи механізмів залежно від обсягу та якості сировини;

- мехатронні комплекси можуть використовувати системи рекуперації енергії, що дозволяє частково повертати витрачену енергію в систему, що особливо важливо за великих обсягів виробництва;

- **раціональне використання потужності:** завдяки датчикам і системам контролю мехатронний комплекс може автоматично налаштовувати потужність двигунів, знижуючи її під час малих навантажень та підвищуючи під час інтенсивних робіт [14].

Мехатронний комплекс може легко налаштовуватися для оброблення різних видів сировини або для виробництва комбікорму з різними добавками. Це забезпечує високу гнучкість виробничого процесу та можливість швидкої адаптації до різних умов:

- **можливість зміни складу комбікорму:** система управління дозволяє швидко змінювати пропорції компонентів комбікорму, підлаштовуючись під конкретні вимоги або потреби замовника;

- **масштабованість:** комплекс може бути розширений або модернізований залежно від вимог до обсягів виробництва. Додавання нових модулів або вдосконалення програмного забезпечення дозволяють швидко адаптувати комплекс до нових завдань [7; 9].

Завдяки інтеграції систем діагностики комплекс має підвищену надійність і тривалий термін експлуатації:

- **системи самодіагностики:** комплекс оснащений системами самодіагностики, які в реальному часі відслідковують стан основних вузлів та компонентів. Це дозволяє оперативно виявляти проблеми та попереджати поломки, що значно знижує кількість простоїв;

- використання сучасних матеріалів і технологій змащування зменшує рівень зносу робочих елементів комплексу, що збільшує період між технічними обслуговуваннями та продовжує термін експлуатації обладнання;

- **прогнозування поломок:** завдяки збиранню та аналізу даних про роботу комплексу, система може прогнозувати можливі поломки, що дозволяє заздалегідь провести необхідні ремонтні роботи.

Автоматизовані системи діагностики та контроль технічного стану дозволяють значно знизити витрати на технічне обслуговування. Системи самодіагностики допомагають:

- попереджати про необхідність проведення технічного обслуговування, що дозволяє уникати аварійних ситуацій і мінімізувати зупинки виробництва;

- в **оптимізації витрат на запчастини:** завдяки системі контролю зносу елементів можна точно визначити, коли необхідна заміна компонентів, що допомагає уникати передчасних замін та скорочує витрати [4].

Мехатронний комплекс відповідає сучасним вимогам щодо екологічної безпеки:

- **зменшення викидів та споживання ресурсів:** комплекс використовує ефективні системи фільтрації та утилізації відходів, що знижує вплив на навколишнє середовище. Зменшення споживання енергії також сприяє екологічній ефективності;

- **мінімізація впливу на навколишнє середовище:** завдяки точному контролю за виробничим процесом зменшуються викиди шкідливих речовин і нераціональне використання природних ресурсів [15].

Проведення досліджень є ключовим етапом у розробленні мехатронного комплексу для виробництва комбікорму на основі кукурудзяних початків із додаванням біологічно активних добавок. Нижче детально описано основні експериментальні напрями і результати досліджень.

Першим етапом стало дослідження фізичних параметрів кукурудзяних початків, оскільки їхня форма, структура і вологість суттєво впливають на процес подрібнення і подальшого перероблення в комбікорм. Основні параметри, які були вивчені:

- фракційний склад: оцінювання середніх розмірів частинок після подрібнення. Визначено, що оптимальний розмір фракцій для подальшого змішування становить 0,5–1,0 мм;
- вологість початків: залежність якості подрібнення від вологості матеріалу показала, що сировина з вологістю понад 15% значно ускладнює процес подрібнення, потребуючи додаткового оброблення або попереднього сушіння;
- твердість і щільність сировини: вимірювалися механічні властивості кукурудзяних початків для вибору оптимальних режимів роботи подрібнювачів і дробарок. Висока щільність вимагає збільшення енергії на подрібнення, тому необхідно налаштовувати обладнання відповідно до цих параметрів [19].

Результати цих досліджень дозволили оптимізувати параметри роботи комплексу, вибравши відповідний режим для досягнення максимальної ефективності за мінімальних енерговитрат.

Другим важливим напрямом досліджень стало тестування сенсорних систем, які забезпечують автоматичний контроль за процесами:

- вагові дозатори: протестовано систему вагових дозаторів для точного вимірювання кількості сировини і добавок. Випробування показали, що точність дозування може варіювати в межах $\pm 1\%$ залежно від типу сировини;
- сенсори рівня змішування: використовувалися різні датчики (оптичні, ультразвукові) для визначення однорідності суміші комбікорму. Дослідження продемонстрували, що оптичні сенсори забезпечують кращу точність під час контролю рівня змішування, знижуючи ризик нерівномірного розподілу добавок;
- сенсори контролю якості подрібнення: ці датчики визначають розмір частинок після подрібнення і автоматично коригують режим роботи подрібнювача, забезпечуючи стабільний фракційний склад. Випробування показали, що завдяки автоматизації цього процесу можна зменшити відсоток відходів на 10–15%.

З метою визначення оптимальних добавок для покращення якості комбікорму було проведено серію експериментів із використанням різних біологічно активних речовин. Дослідження включали:

- Вивчення впливу на поживні властивості комбікорму. Додавання добавок на основі мікроелементів, ферментів і пробіотиків суттєво покращувало кінцевий продукт. Виявлено, що певні добавки підвищують поживну цінність комбікорму на 5–10% залежно від пропорцій.
- Дослідження на стабільність суміші. Одна з ключових проблем – це рівномірне розподілення добавок у комбікормі. Після серії тестів встановлено, що для досягнення рівномірного розподілу необхідно підтримувати певний температурний режим у процесі змішування, що було враховано в налаштуванні мехатронного комплексу [17; 18].
- Вплив на конверсію корму у тварин. Проведено дослідження згодовування різних варіантів комбікорму тваринам, що дозволило оцінити ефективність використаних добавок у порівнянні з традиційними рецептами. Виявлено, що додавання ферментів знижує витрату корму на одиницю приросту маси на 8–12%.

Одним із важливих аспектів роботи мехатронного комплексу є мінімізація зношування компонентів і збільшення терміну служби:



– Дослідження зношуваності ріжучих елементів. Ріжучі елементи подрібнювачів підлягали інтенсивним випробуванням на зносостійкість. Використання високоякісної сталі та спеціальних покриттів продемонструвало можливість збільшення терміну служби елементів на 20% порівняно з традиційними рішеннями.

– Дослідження впливу температури на механічні частини. Системи автоматичного охолодження були протестовані для забезпечення стабільної роботи під час високих навантажень. Дослідження показали, що підтримка оптимальної температури підвищує надійність механізмів і запобігає передчасному зносу.

– Випробування системи змащення. Розроблено і протестовано автоматичну систему змащування, яка працює в режимі реального часу і запобігає перегріву підшипників і редукторів. Це дозволило значно зменшити простой для обслуговування та ремонту комплексу.

Оскільки одна з ключових задач мехатронного комплексу – це енергетична ефективність, проведено низку досліджень з оптимізації енергоспоживання:

– Аналіз споживання електроенергії під час різних етапів виробництва. Виявлено, що найбільше енергії споживає подрібнювач, а процес змішування та дозування потребує значно менше ресурсів.

– Моделювання сценаріїв оптимізації. Випробувано кілька режимів роботи мехатронного комплексу, щоб знайти найбільш енергоефективні параметри. За допомогою програмного моделювання вдалося знизити загальне енергоспоживання на 15%, не жертвуючи продуктивністю.

У процесі розроблення мехатронного комплексу для виробництва комбікорму з кукурудзяних початків із додаванням біологічно активних добавок виконано ряд розрахунків і побудовано графіки для визначення оптимальних параметрів його роботи. Усі ці розрахунки базуються на результатах експериментальних досліджень.

Енергетична ефективність є одним із ключових параметрів роботи мехатронного комплексу. Для оптимізації споживання електроенергії проведено розрахунок витрат електроенергії на різних етапах виробництва комбікорму.

Формула для розрахунку енергоспоживання кожного етапу:

$$E = P \times t$$

де:

- E – енергоспоживання, кВт·год;
- P – потужність обладнання, кВт;
- t – час роботи обладнання, год.

Приклад розрахунку енергоспоживання для подрібнювача:

- Потужність подрібнювача – 15 кВт.
- Час роботи подрібнювача на обробку однієї партії кукурудзяних початків – 0,5 години.

$$E = 15 \text{ кВт} \times 0,5 \text{ год} = 7,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для кожного етапу проведено аналогічні розрахунки, що дозволило оцінити загальне енергоспоживання комплексу.

Подрібнення: 7,5 кВт·год (найбільший споживач).

Змішування: 3,0 кВт·год.

Дозування: 1,5 кВт·год.

Транспортування сировини: 2,0 кВт·год.

Згідно з графіком, найбільше енергії витрачається на подрібнення сировини, тому було проведено додаткові дослідження для зниження енерговитрат на цьому етапі шляхом оптимізації режиму роботи і покращення якості ріжучих елементів.

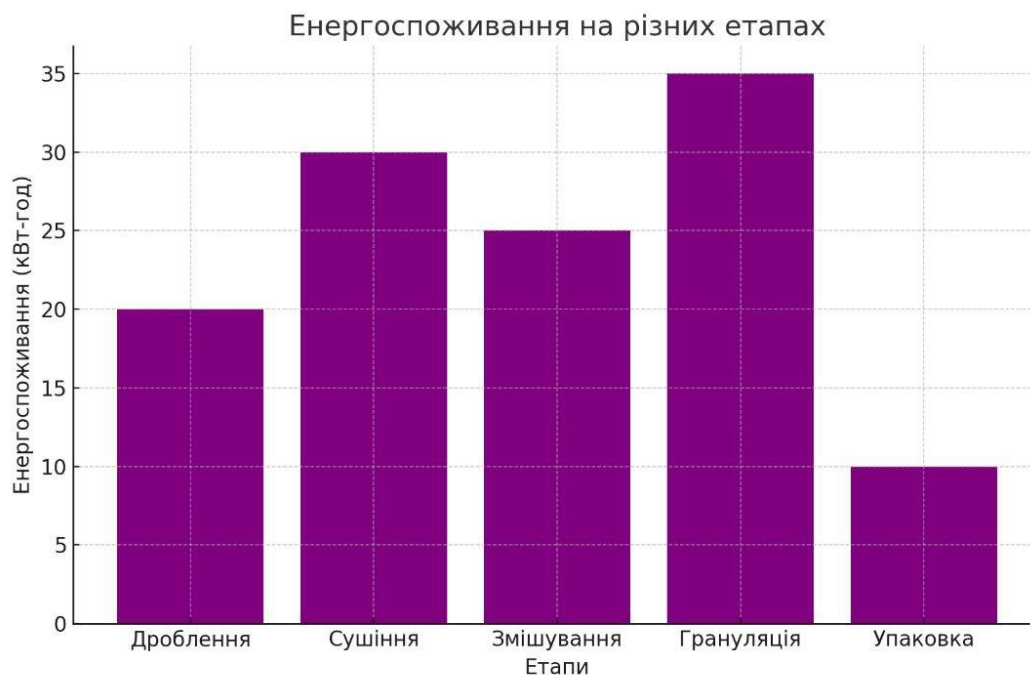


Рис. 1. Графік енергоспоживання на різних етапах

Для визначення загальної продуктивності мехатронного комплексу було враховано час, який витрачається на кожен етап виробничого циклу.

Формула для розрахунку продуктивності:

$$P = \frac{M}{T},$$

де:

P – продуктивність, кг/год;

M – маса обробленого матеріалу, кг;

T – загальний час оброблення, год.

Приклад розрахунку продуктивності для однієї партії:

- Маса кукурудзяних початків, які обробляються за один цикл – 500 кг.
- Час на оброблення однієї партії – 1,5 години.

$$P = \frac{500 \text{ кг}}{1,5 \text{ год}} = 333,3 \text{ кг/год}$$

Розрахунок продуктивності дозволив визначити, що за один робочий день (8 годин) комплекс може обробляти до 2,666 кг сировини.

На основі розрахунків побудовано графік, що показує залежність продуктивності від часу роботи комплексу. Продуктивність залишається стабільною за умови дотримання рекомендованих режимів роботи і своєчасного обслуговування обладнання [8; 7].

Знос ріжучих і механічних елементів комплексу було визначено як важливий параметр, що впливає на термін служби обладнання та потреби в технічному обслуговуванні.

Формула для розрахунку зносу елементів:

$$W = \frac{F \times N}{K}$$

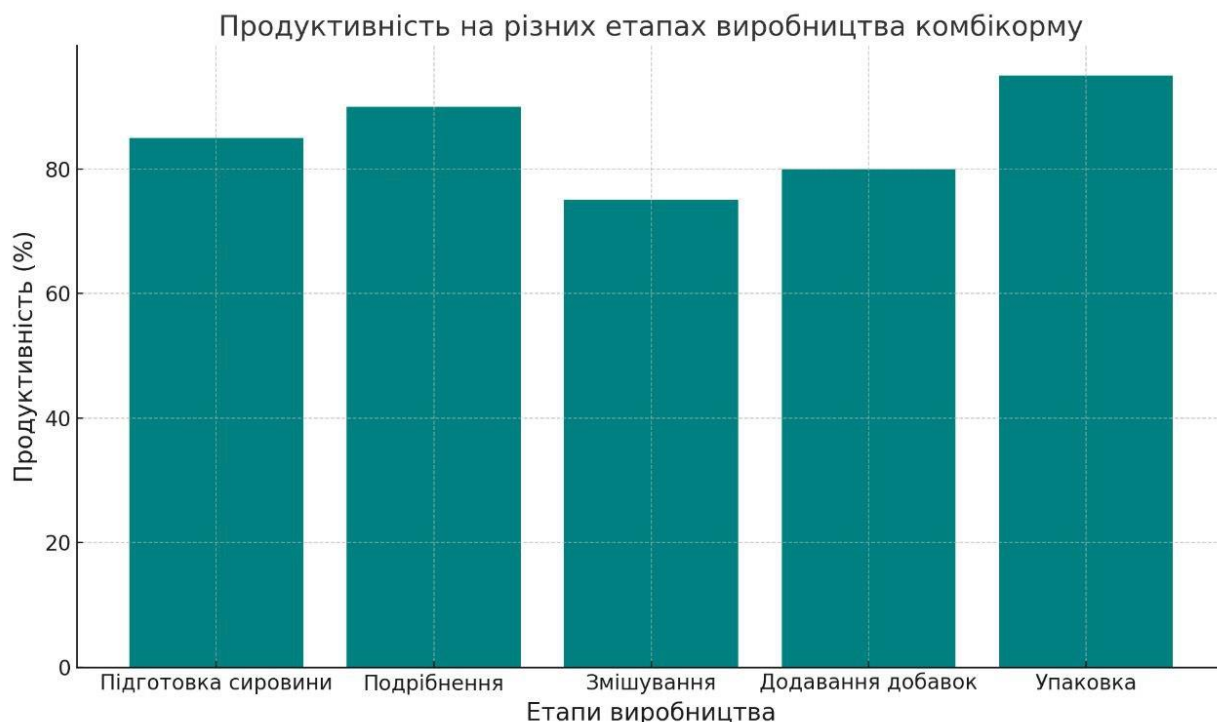


Рис. 2. Графік продуктивності

де:

- W – знос, мм;
- F – сила тертя, Н;
- N – кількість циклів роботи;
- K – коефіцієнт зносостійкості матеріалу.

Приклад розрахунку для ріжучих елементів:

- Сила тертя під час роботи – 500 Н.
- Кількість циклів роботи – 1000 циклів.
- Коефіцієнт зносостійкості для матеріалу ріжучих елементів – 300.

$$W = \frac{500 \times 1000}{300} = 1,67 \text{ мм}$$

Ці розрахунки дозволили оцінити термін служби ріжучих елементів, а також визначити інтервали для їх заміни чи заточування.

На графіку видно, що знос елементів збільшується лінійно з кількістю циклів роботи, однак його можна зменшити, використовуючи матеріали з високими зносостійкими властивостями або змащувальні системи.

Для досягнення найкращих результатів у виробництві комбікорму було проведено дослідження та розрахунки оптимальних пропорцій біологічно активних добавок. Експериментальні дані було зведено в таблиці залежності ефективності від кількості добавок [20].

Формула для розрахунку впливу добавок:

$$E_d = \frac{\Delta Q}{A}$$

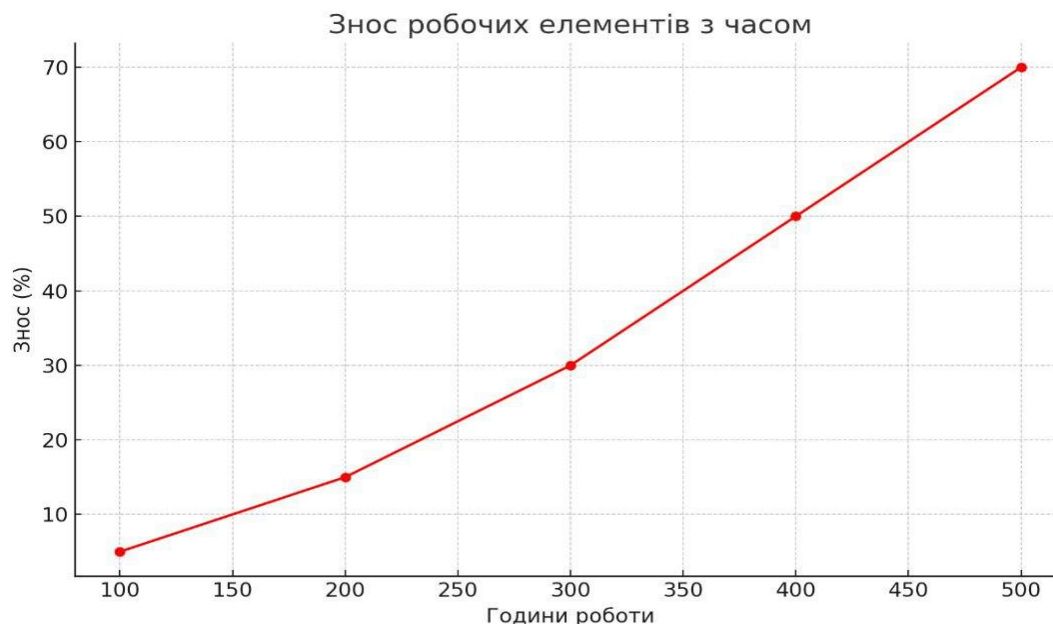


Рис. 3. Графік зносу робочих елементів

де:

- E_d – ефективність добавки;
- ΔQ – приріст якості корму;
- A – кількість добавки, % від загальної маси.

Приклад розрахунку ефективності:

- Приріст якості комбікорму – 10%.
- Кількість добавки – 5% від загальної маси.

$$E_d = \frac{10}{5} = 2$$

Ці розрахунки дозволили оптимізувати склад комбікорму, досягнувши максимальної ефективності за мінімальних витрат на добавки.

На графіку видно, що ефективність значно зростає в разі збільшення кількості добавок до певного рівня, після якого ефект стає менш вираженим, що дозволяє визначити оптимальні пропорції добавок для різних видів корму.

Для оптимізації роботи комплексу розраховано логістичні витрати, включаючи транспортування сировини і продукції. Проведено моделювання різних сценаріїв доставлення для мінімізування витрат [11].

Формула для розрахунку логістичних витрат:

$$C_t = D \times R \times V$$

де:

- C_t – загальні витрати на транспортування;
- D – відстань, км;
- R – вартість транспортування за км;
- V – обсяг транспортування, т.

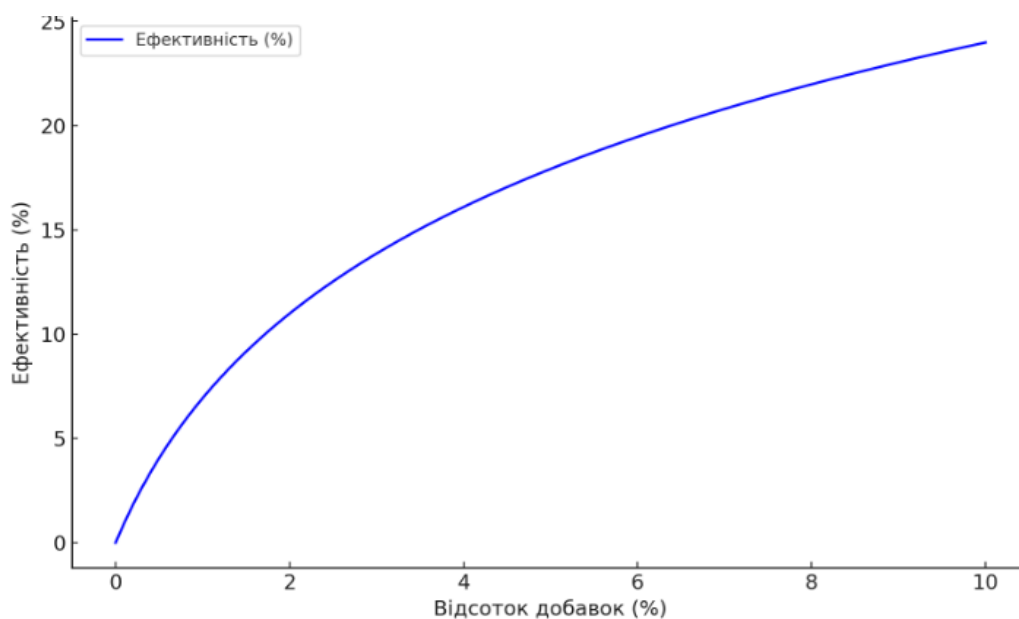


Рис. 4. Графік залежності ефективності від кількості добавок

Приклад розрахунку для доставки сировини:

- Відстань – 50 км.
- Вартість транспортування – 2 грн/км.
- Обсяг транспортування – 10 тонн.

$$C_t = 50 \times 2 \times 10 = 1000 \text{ грн}$$

Цей розрахунок дозволив оцінити витрати на транспортування і вибрати оптимальні маршрути для доставлення сировини.

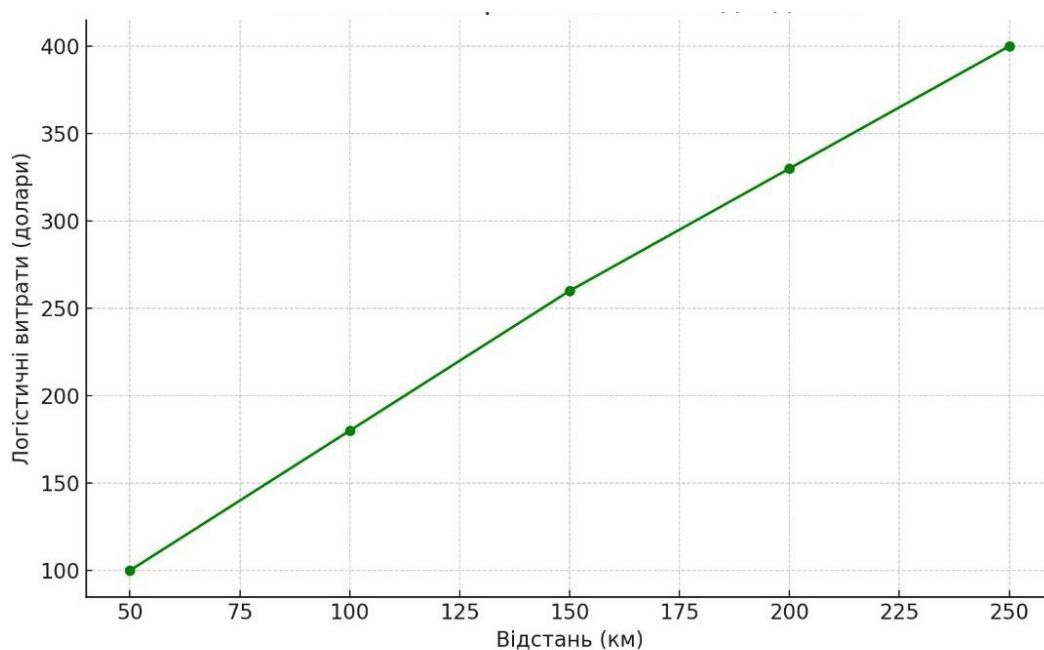


Рис. 5. Графік логістичних витрат

Висновки. Мехатронний комплекс для виробництва комбікорму з кукурудзяних початків з додаванням біологічно активних добавок має суттєві переваги над традиційними системами завдяки високому рівню автоматизації, продуктивності, надійності, а також енергетичній та екологічній ефективності.

Проведені дослідження дозволили приблизити створення високоефективного мехатронного комплексу для виробництва комбікорму з кукурудзяних початків. Завдяки використанню сучасних сенсорів, оптимізації процесів змішування і подрібнення, а також підбору біологічно активних добавок комплекс може забезпечити високу продуктивність, економію енергії і стабільну якість продукції.

Список використаних джерел

1. Бондаренко І.В., Коваль А.О. Сучасні підходи до виробництва комбікормів у сільському господарстві. *Аграрна наука*. 2019. № 4(25). С. 34–45.
2. Сидоренко П.М., Остапенко О.І. Автоматизація процесів у тваринництві: можливості мехатронних систем. *Технічні науки в агропромисловому комплексі*. 2021. № 12(3). С. 56–68.
3. Коваленко В.С. Біологічно активні добавки в кормах: сучасні тенденції та перспективи. *Журнал ветеринарної медицини та тваринництва*. 2020. № 7(9). С. 24–38.
4. Марчук І.П., Гавриленко Ю.В. Оптимізація процесу виробництва комбікормів за допомогою мехатронних комплексів. *Вісник аграрної техніки та технологій*. 2022. № 15(1). С. 29–41.
5. Філіпчук О.Д. Енергозбереження та екологічні аспекти мехатронних систем у сільському господарстві. *Агроінженерія*. 2021. № 8(2). С. 70–82.
6. Шевченко О.М. Інноваційні підходи до виробництва комбікормів: огляд технологій та мехатронних рішень. *Сільськогосподарські машини та обладнання*. 2020. № 5(6). С. 15–26.
7. Сидоров І.В., Заяць В.П. Теоретичні основи та практичне застосування мехатронних комплексів у виробництві кормів. *Мехатронні системи в агроінженерії*. 2020. № 9(2). С. 45–58.
8. Власенко О.В., Петренко М.П. Системи керування мехатронних комплексів для виробництва комбікормів. *Технічні науки: теорія та практика*. 2019. № 7(3). С. 34–47.
9. Єрмоленко А.К. Використання біологічно активних добавок у комбікормах для тваринництва: нові перспективи. *Технології кормовиробництва*. 2022. № 3(9). С. 13–25.
10. Григорович М.І. Ефективність застосування біологічно активних добавок у виробництві комбікорму з кукурудзи. *Агроінженерія та агротехнології*. 2020. № 4(8). С. 67–79.
11. Клименко О.Г. Технологічні аспекти використання мехатронних систем у виробництві комбікормів. *Агропромислові технології*. 2021. № 14(4). С. 91–101.
12. Крамаренко В.І. Роль мехатронних систем в оптимізації енергоефективності виробництва кормів. *Енергетика та агротехнології*. 2019. № 3(5). С. 45–53.
13. Семенченко Д.М., Борщук М.К. Інноваційні технології обробки сільськогосподарської сировини з використанням мехатронних комплексів. *Сільськогосподарська інженерія*. 2020. № 10(2). С. 59–72.
14. Остапчук І.О., Гончарук Ю.П. Технологічні процеси мехатронних комплексів у сільському господарстві: особливості та перспективи. *Техніка та автоматизація в АПК*. 2021. № 11(1). С. 38–50.
15. Кравченко В.А. Комплексне використання біологічно активних добавок у кормовиробництві для підвищення продуктивності тварин. *Сучасні аграрні технології*. 2022. № 6(12). С. 23–34.
16. Дяченко С.П. Експериментальні дослідження мехатронних комплексів для виробництва кормів із кукурудзяних початків. *Інженерія та машинобудування*. 2020. № 5(3). С. 18–30.
17. Мельник В.Г., Сухомлин О.С. Оцінка ефективності виробництва комбікорму з використанням мехатронних технологій. *Технології в аграрному секторі*. 2019. № 9(4). С. 77–86.
18. Харченко А.О., Мазур П.В. Впровадження мехатронних комплексів у виробництво комбікормів для підвищення ефективності. *Машини та обладнання для сільського господарства*. 2021. № 15(1). С. 62–74.
19. Лебедев В.І., Корнев О.П. Біологічно активні добавки у комбікормах: нові підходи та технології. *Агробіотехнології*. 2022. № 8(2). С. 45–55.



20. Зінченко Ю.В., Ткаченко В.М. Проблеми та перспективи мехатронних комплексів у виробництві кормів: аналіз і рішення. *Інновації в аграрній інженерії*. 2019. № 4(1). С. 55–64.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2025 р.

S. Shvets, V. Kalyna
Dnipro State Agrarian and Economic University

MECHATRONIC COMPLEX FOR FEED PRODUCTION: AUTOMATION, EFFICIENCY, INNOVATIONS

Summary

In the context of modern agricultural production, the issue of providing animals with high-quality feeds is extremely relevant, as it directly affects animal productivity and health. An important component of the feed base is compound feeds, which are produced from various types of plant raw materials, particularly from corn cobs, which are affordable and efficient resources for feed production. The use of biologically active additives significantly improves the nutritional value of feeds, their digestibility, and ensures better conditions for animal development. These additives help increase the efficiency of feed utilization, reducing feeding costs and providing animals with the necessary nutrients for optimal growth and development.

An essential condition for improving the production of compound feeds is the implementation of new approaches to their production. In this context, the development and application of mechatronic systems and automated technologies allows for high efficiency, reduced energy consumption, and improved product quality. Mechatronic complexes automate the processes of compound feed production, which helps reduce production time, improve the accuracy of ingredient dosing, and ensure consistent feed quality.

This paper focuses on the study of production processes for compound feed made from corn cobs with the addition of biologically active additives to improve feed quality. Special attention is given to the development of a mechatronic complex to automate the production process. The paper includes theoretical studies on the impact of biologically active additives on the nutritional value of compound feeds, as well as practical solutions for implementing automated complexes in feed production. This will significantly increase productivity, efficiency, and ecological safety in the feed production process.

Keywords: compound feeds, corn cobs, biologically active additives, mechatronic systems, automated technologies, feed production, feed digestibility, feed base.