

*Буланов Єгор,  
здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури  
Науковий керівник: **Наконечна Оксана,**  
кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інформаційних технологій,  
Одеський державний аграрний університет,  
м. Одеса, Україна*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ГОДІВЛІ ТВАРИН ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ ПРОГРАМУВАННЯ**

**Вступ.** Сучасне тваринництво орієнтоване на забезпечення високої продуктивності та економічної ефективності, що передбачає ефективне використання ресурсів та підвищення якості кормів. Оптимізація годівлі є одним із ключових факторів, який впливає на здоров'я тварин, їхню продуктивність, а також на зниження витрат у виробничому процесі. Ефективне планування раціонів дозволяє зменшити витрати на корми, зменшити вплив на навколишнє середовище, оптимізувати використання поживних речовин, запобігти харчовим дефіцитам чи надлишкам, а також підвищити економічну ефективність господарства. Саме тому питання оптимізації годівлі стає актуальним як для великих аграрних підприємств, так і для малих фермерських господарств.

**Метою даного дослідження** є огляд та аналіз алгоритмів оптимізації годівлі за рахунок ефективних та економічно вигідних раціонів, які повністю задовольняють фізіологічні потреби тварин в поживних речовинах, сприяють їх здоров'ю та забезпечують високу продуктивність.

На сьогоднішній день існує декілька підходів до оптимізації годівлі, які можна розділити на математичні та технологічні. Серед математичних підходів найбільш розповсюджені методи лінійного програмування, які дозволяють розробляти раціони на основі співвідношення витрат і поживності. До технологічних підходів належать інноваційні алгоритми на основі штучного інтелекту та машинного навчання, які здатні аналізувати великі обсяги даних та прогнозувати потреби в поживних речовинах для різних груп тварин.

Основні переваги сучасних підходів включають: - точність і швидкість обчислень, що дозволяє створювати індивідуальні раціони для великих стадових груп; - адаптивність до змінних факторів, таких як ціни на корми, сезонні зміни або фізіологічний стан тварин; - покращення здоров'я і продуктивності тварин через оптимальне забезпечення поживними речовинами; - зниження витрат на корми за рахунок розумного управління ресурсами та прогнозування.

Таким чином, оптимізація годівлі тварин за допомогою сучасних алгоритмів та підходів є надзвичайно перспективним напрямом, що дозволяє поєднувати високу ефективність із досягненням економічних та екологічних цілей у тваринництві.

Забезпечення тварин поживними речовинами є основою їхнього здоров'я, росту та продуктивності. Основні потреби включають: білки, вуглеводи та жири,

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

мінерали та вітаміни. Для забезпечення оптимального рівня цих елементів необхідно враховувати вид тварини, її вік, фізіологічний стан та умови утримання.

Склад корму впливає не лише на фізіологічний стан тварин, але й на якість та обсяги отриманої продукції. Наприклад: низький рівень білка може призвести до затримки росту та зниження продуктивності; надлишок ваги може спричинити ожиріння, що негативно впливає на репродуктивні показники та здоров'я; низький рівень мікроелементів та вітамінів може викликати порушення обміну речовин, підвищену чутливість до захворювань. Таким чином, ретельний підбір компонентів корму є ключовим для підтримки оптимальних показників здоров'я та продуктивності тварин.

Методи лінійного програмування (ЛП) є потужними інструментами для оптимізації складу кормів, оскільки дозволяють формувати проблему як систему лінійних рівнянь та нерівностей. Основні етапи включають лінійного програмування: визначення цілей (наприклад, максимізація продуктивності тварин або мінімізація витрат на корми); формулювання обмежень (врахування мінімальних і максимальних значень для поживних речовин у раціоні); застосування алгоритмів (наприклад, симплекс-методу для знаходження оптимальних значень змінних, які представляють склад корму).

Генетичні алгоритми (ГА) є ефективними для вирішення складних оптимізаційних задач, де традиційні методи можуть бути неефективними. ГА мають особливості побудови, і насамперед необхідно створити початкову популяцію рішень (раціонів) та виконати їх ітеративне поліпшення шляхом відбору, схрещування та мутацій.

Генетичні алгоритми здатні адаптуватися до змін в умовах, таких як зміна складу кормів або потреб тварин, а також можуть виявити неочевидні рішення в умовах багатокритеріальної оптимізації, враховуючи різні фактори, що впливають на годівлю. Таким чином, генетичні алгоритми дозволяють знаходити оптимальні рішення навіть в умовах невизначеності та складності моделей.

Еволюційні алгоритми (ЕА) охоплюють різноманітні методи, основані на процесах природного відбору. Вони є корисними в ситуаціях, коли: моделі годівлі включають багато факторів і варіантів, що ускладнює їх аналіз, тобто відзначається висока складність цих алгоритмів; дані є неперервними та дискретними, що дозволяє враховувати різні аспекти раціонів. Ці алгоритми можуть бути використані для побудови моделей, які оцінюють ризики, пов'язані з різними складовими кормів (оптимізація з врахуванням ризиків). Завдяки своїй гнучкості, еволюційні алгоритми можуть допомогти у вдосконаленні процесів годівлі, враховуючи зміни в умовах навколишнього середовища.

Динамічне програмування (ДП) є методом, що дозволяє розбивати складні задачі на простіші підзадачі. У контексті оптимізації годівлі ДП допомагає визначити найкращі стратегії на кожному етапі, враховуючи попередні рішення. Наприклад, мінімізувати витрати на корми, забезпечуючи при цьому необхідні поживні речовини, або ж потрібно враховувати зміни у складі корму або різні режими годівлі в залежності від стадії росту чи продуктивності тварин.

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

Математичні моделі є основою для розробки раціонів, оскільки дозволяють: аналізувати потреби, наприклад, моделі можуть використовуватися для прогнозування потреб тварин у поживних речовинах залежно від їх віку, породи, фізіологічного стану та інших факторів; оптимізувати раціон на основі зібраних даних; досліджувати сценаріїв. Моделювання дозволяє провести аналіз, який допомагає оцінити, як зміни в раціоні або складі кормів вплинуть на продуктивність та здоров'я тварин. Використання математичних моделей забезпечує системний підхід до оптимізації годівлі та прийняття рішень на основі даних.

Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання (МН) стають важливими інструментами в оптимізації годівлі тварин. Технології машинного навчання дозволяють обробляти великі обсяги інформації про раціони, продуктивність та здоров'я тварин, що допомагає виявляти закономірності та оптимальні рішення. ШІ може використовуватися для прогнозування потреб тварин на основі історичних даних та поточних умов, що дозволяє забезпечити своєчасне коригування раціонів. Завдяки алгоритмам машинного навчання, системи можуть автоматично адаптувати раціони залежно від змін у потребах тварин, що підвищує ефективність годівлі. Таким чином, роль ШІ та МН у годівлі тварин дозволяє покращити якість прийняття рішень та адаптувати стратегії годівлі до сучасних вимог.

Сьогодні існує багато програмних платформ, які підтримують моделювання раціонів та оптимізацію годівлі: програмне забезпечення для аналізу даних, які дозволяють збирати, зберігати та аналізувати дані про тварин та їх раціони (наприклад, R, Python, MATLAB); спеціалізовані програми для годівлі тварин, такі як FeedForm, Alltech's NutriOpt, та інші, що пропонують алгоритми для розрахунку оптимальних раціонів.

Використання Інтернету речей (IoT) для збору даних в реальному часі про стан тварин та корми, що дозволяє покращити точність моделювання.

Впровадження алгоритмів оптимізації годівлі тварин має ряд значних переваг, а саме; економія ресурсів, підвищення продуктивності, зменшення впливу на навколишнє середовище, поліпшення якості продукції. Правильно сформовані раціони сприяють поліпшенню здоров'я та продуктивності тварин, що безпосередньо впливає на обсяги виробництва (молока, м'яса тощо). Оптимізація дозволяє знизити кількість відходів та викидів, пов'язаних з виробництвом кормів та отримати більш якісні продукти, що збільшує їх конкурентоспроможність на ринку.

Таким чином, алгоритмічна оптимізація не лише підвищує ефективність годівлі, але й має позитивний вплив на екологію та економіку.

Розглянемо приклади успішних прикладів оптимізації годівлі на фермах. Ферма «Агроком» спеціалізується на оптимізації годівлі тварин, зокрема молочних корів, шляхом використання сучасних технологій та методів. На фермі здійснюється ретельний моніторинг складу кормів, що дозволяє точно визначати, скільки корму споживає кожна тварина. Це включає аналіз вмісту сухої речовини та контроль вологості кормів, що є критично важливим для

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

запобігання метаболічним розладам у тварин [1].

Ферма застосовує математичні моделі для прогнозування потреб тварин у поживних речовинах. Це дозволяє створювати більш точні та ефективні раціони, що покращують продуктивність тварин [2].

Впроваджуються генетичні та еволюційні алгоритми для корекції раціонів, що дозволяє адаптувати годівлю відповідно до змін у потребах тварин і умовах середовища. Використання сучасних технологій та алгоритмів оптимізації дозволяє знизити витрати на корми та підвищити загальну продуктивність тваринництва на фермі [3].

Завдяки цьому ферма «Агроком» стає прикладом сучасного підходу до тваринництва, де інновації та наука сприяють підвищенню ефективності виробництва. З впровадженням генетичних алгоритмів для адаптивної корекції раціонів ферма змогла зменшити витрати на корми на 15%, при цьому продуктивність корів зросла на 10%. Завдяки використанню автоматизованих систем годівлі та моніторингу стану тварин, ферма знизила ризик захворювань.

Ферма «Сільський бізнес» спеціалізується на виробництві продуктів тваринництва та рослинництва, пропонуючи широкий асортимент свіжих і натуральних продуктів. Вона орієнтується на реалізацію продукції на місцевому ринку, забезпечуючи споживачів якісними продуктами безпосередньо з ферми. Основні напрямки діяльності включають: інкубація та відгодівля птиці, вирощування овочів та фруктів, локальний збут з врахуванням екологічних аспектів. Ферма активно займається розведенням бройлерів, індиків та інших видів птиці. Це дозволяє забезпечити високий обсяг м'яса, що користується великим попитом на ринку.

Окрім тваринницької продукції, ферма також вирощує різноманітні овочі та фрукти, які реалізує у свіжому вигляді, так і після переробки (заморожені). Ферма надає перевагу екологічно чистим методам ведення сільського господарства, що включає використання органічних добрив і мінімізацію хімічних засобів. Основна стратегія продажу полягає у прямому контакті з споживачами, що дозволяє забезпечити свіжість продуктів та підтримувати місцеву економіку.

Ферма «Сільський бізнес» демонструє, як можна поєднати традиційні методи ведення сільського господарства з сучасними технологіями для досягнення успіху у цій сфері. Як стверджується [1-5], використання лінійного програмування для оптимізації складу кормів дозволило зменшити витрати на 20% і підвищити якість молока. Завдяки регулярному аналізу та корекції раціонів ферма змогла досягти стабільного росту виробництва.

Ферма «Зелена долина» є частиною агрокомплексу Terra Food і розташована у Вінницькій області. Агрокомплекс спеціалізується на виробництві молочної та м'ясної продукції і є прикладом успішного сільськогосподарського підприємства, яке спеціалізується на виробництві органічних продуктів. Вона пропонує широкий асортимент товарів, включаючи овочі, фрукти, молочні продукти та м'ясо.

Екологічне сільське господарство «Зелена долина» акцентує увагу на

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

сталому веденні сільського господарства, використовуючи екологічні методи вирощування, що сприяє збереженню навколишнього середовища.

Ферма «Зелена долина» активно співпрацює з місцевими фермерами та постачальниками, що сприяє розвитку місцевої економіки, реалізує свою продукцію безпосередньо споживачам через ринки та фермерські ярмарки, що забезпечує свіжість продуктів і вигідні ціни для покупців.

Завдяки впровадженню програмних платформ для моделювання раціонів, ферма знизила кількість відходів на 30%, покращила здоров'я тварин та підвищила загальну продуктивність на 12%. Використання даних з датчиків IoT дозволило на фермі оперативно коригувати раціони відповідно до змін у фізіологічному стані тварин.

Таким чином, ці приклади ілюструють ефективність алгоритмічної оптимізації у годівлі тварин, демонструючи позитивний вплив на економіку та продуктивність ферм.

Оцінка ефективності алгоритмів оптимізації годівлі тварин є важливою складовою процесу, оскільки вона забезпечує об'єктивність і точність підходів у практиці тваринництва. Основним критерієм оцінки є точність, яка відображає, наскільки точно алгоритм визначає необхідні поживні речовини для кожного виду тварин. Наприклад, алгоритми повинні враховувати специфічні потреби молодняку, дорослих тварин та тварин у різних стадіях виробництва.

Швидкість обробки даних – це один важливий аспект, що впливає на ефективність алгоритмів. Час, необхідний для аналізу даних та генерації рекомендацій, повинен бути мінімальним, оскільки в умовах реального господарства своєчасність рішень може суттєво вплинути на здоров'я тварин і загальну продуктивність ферми.

Адаптивність алгоритму до змін у складі корму, вимог тварин і умов годівлі є важливою для забезпечення стійкості і гнучкості системи годівлі. Якщо алгоритм не може швидко реагувати на зміни в наявності кормів або зміни в стані здоров'я тварин, це може призвести до негативних наслідків для продуктивності та загального добробуту тварин.

Таким чином, оцінка алгоритмів за цими критеріями допомагає визначити їхню ефективність та практичну застосовність, що, в свою чергу, сприяє підвищенню якості годівлі тварин і оптимізації витрат на корми.

Аналіз показників продуктивності та здоров'я тварин є важливим для оцінки ефективності оптимізованих раціонів. Перш за все, варто вивчити, як нові корми впливають на приріст маси тварин, їхню продуктивність (наприклад, обсяг виробленого молока або м'яса) і загальний стан здоров'я: моніторинг ваги тварин до і після зміни раціону дозволяє оцінити ефективність нового складу кормів; аналіз кількості виробленого молока або м'яса може показати, як нові раціони впливають на продуктивність тварин; важливо слідкувати за захворюваністю, стресом і поведінковими змінами; вимірювання показників здоров'я, таких як рівень гемоглобіну, еритроцитів, або наявність специфічних захворювань, допомагають оцінити загальний стан тварин.

Також важливо моніторити захворюваність тварин, рівень стресу, та зміни у

#### Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

поведінці, які можуть свідчити про неадекватність раціону. Регулярне збирання та аналіз цих даних дозволяє виявляти кореляції між складом кормів і результатами продуктивності, що, в свою чергу, сприяє вдосконаленню алгоритмів оптимізації годівлі.

Таким чином, систематичний аналіз допомагає не лише покращити здоров'я тварин, але й підвищити загальну ефективність тваринництва.

Оптимізація годівлі тварин має значний вплив на фінансові показники господарства. Завдяки алгоритмам оптимізації, можна більш точно визначити необхідні поживні речовини, що дозволяє уникнути перевитрат на неефективні компоненти корму. Поліпшення раціонів веде до збільшення продуктивності, що прямо впливає на доходи від продажу м'яса або молока. Оптимізовані раціони знижують витрати на ветеринарні послуги, оскільки здоровіші тварини менше хворіють. Зниження витрат у поєднанні зі зростанням продуктивності веде до підвищення прибутковості підприємства.

Таким чином, впровадження оптимізованих раціонів не лише підвищує продуктивність тварин, але й позитивно позначається на фінансових результатах господарства, що робить цю практику важливою для успішного ведення тваринництва.

Перспективи розвитку алгоритмів оптимізації годівлі тварин включають розробку нових, більш адаптивних алгоритмів, які враховують індивідуальні потреби кожної тварини. Це може бути досягнуто шляхом використання машинного навчання, яке дозволяє аналізувати дані про здоров'я, продуктивність і поведінку тварин. Такі алгоритми зможуть адаптувати раціони не лише до загальних показників, а й до конкретних умов утримання, віку, породи та фізичного стану тварин, що підвищить їх продуктивність та здоров'я.

Інтеграція алгоритмів оптимізації годівлі з системами Інтернету речей (IoT) відкриває нові можливості для моніторингу і управління процесами годівлі в реальному часі. Завдяки сенсорам, встановленим на фермах, можна отримувати дані про споживання кормів, фізичний стан тварин та умови утримання. Це дозволяє оперативно коригувати раціони, що сприяє підвищенню ефективності годівлі та зменшенню витрат. З таким підходом фермери можуть швидко реагувати на зміни в умовах утримання, що підвищує загальну продуктивність.

Використання великих даних є ще одним важливим напрямком для вдосконалення алгоритмів оптимізації годівлі. Збір і аналіз великих обсягів інформації про різні аспекти тваринництва дозволяє створити точні моделі прогнозування потреб у годівлі. Це, в свою чергу, допоможе більш ефективно планувати закупівлю кормів, знижуючи витрати і покращуючи продуктивність. Завдяки аналітиці великих даних фермери зможуть приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу минулих тенденцій, що дозволить підвищити стійкість і адаптивність виробництва.

**Висновок.** Оптимізація годівлі тварин досягла значних успіхів, зокрема, у підвищенні продуктивності та здоров'я тварин через використання сучасних алгоритмів. Це дозволило знизити витрати на корми, забезпечивши при цьому необхідні поживні речовини.

#### **Секція 4. Технології розробки інформаційних систем**

Дослідження підкреслило важливість алгоритмів в оптимізації годівлі. Перспективи розвитку даного напрямку спрямовані на дослідження і розробку нових технологій, інтеграції з IoT та використанні великих даних для вдосконалення процесів годівлі, що забезпечить стійке та ефективне виробництво в тваринництві.

#### **Список використаних джерел та літератури**

1. Оптимізація годівлі молочних корів: управління органічними пасовищами для здоров'я тварин та родючості ґрунту. URL: <http://surl.li/nbbnkt>
2. Оптимізуємо годівлю: забезпечення корів якісним основним кормом. URL: <http://surl.li/gyhuyh>
3. Годівля корів: контроль якості кормів та споживання сухої речовини. URL: <http://surl.li/wgsemn>