

УДК 631.171.075.4

## Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування

Н.І. Болтянська

*Таврійський державний агротехнологічний університет (м.Мелітополь, Україна)*

У статті окреслено напрями зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва, зокрема визначено, що основним шляхом зменшення енергоємності виробництва продукції тваринництва є мінімізація сукупних витрат енергії на основі використання прогресивних технологій. Приведена структура повної енергоємності утримання корів в традиційних і комплексно-механізованих фермах, на її основі доведено, що вдосконалення традиційної технології виробництва молока шляхом використання резервів енергозбереження дає можливість зменшити її питому енергоємність і це дозволяє підвищити біоенергетичний коефіцієнт молока. Подано структуру питомих витрат енергії на виробництво молока, яка показує, що у сукупному енергетичному балансі виробництва молока непрямі витрати енергії в сім разів вище, ніж прямі. Визначена енергетична ефективність трансформації кормів в продукцію, яка визначається співвідношенням енергії кінцевого продукту і повної енергоємності виробництва кормів в молочному скотарстві і свинарстві. У сукупній енергоємності виробництва молока на питому вагу кормів припадає більше половини всіх витрат – це є одним з напрямів, які забезпечують зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва і, як одна зі складових, за рахунок скорочення енергії, що використовується для приготування кормів. Відзначається, що серйозного заощадження палива можна досягти завдяки поєднанню пров'ялювання та застосування у процесі сушіння відпрацьованого тепла сушильного агенту, бо майже три чверті теплової енергії викидається з теплоносієм. Замкнений цикл проходження повітря з теплоносієм для попереднього сушіння зеленої маси значно зменшує енерговитрати. Приведено структуру витрат сукупної енергії на приготування кормів із однієї тисячі тон зеленої маси та структуру енерговитрат на заготівлю розсипного сіна. Надано рекомендації по зниженню енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії, що використовується для приготування кормів.

**Ключові слова:** тваринництво, виробництво продукції, ресурсозбереження, споживання енергії, приготування корму, енергоємність, витрати енергії, зелена маса.

**Постановка проблеми.** Аграрний сектор – один з найбільших споживачів енергії в Україні. Тому, з точки зору стратегії раціонального використання енергетичних ресурсів і підвищення енергоефективності аграрного сектора України, зокрема тваринництва, необхідно здійснити економічне обґрунтування стратегії енергозбереження, вивести на український аграрний ринок сучасні інноваційні системи будівництва, технологій і матеріалів; визначити напрями можливого використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії в тваринницькій галузі [1- 3].

Головною причиною високої енергоємності процесів є низький технологічний і технічний рівень тваринницької галузі, використання мало-ефективних енерговитратних технологій. Масштаби використання досягнень науково-технічного прогресу в Україні значно відстають від використання аналогічних технологій в розвинутих країнах світу. Тому стоїть завдання пошуку нових технологічних підходів, які дозволяють понизити витрату електроенергії, палива і інших матеріальних ресурсів на виробництво тваринницької продукції [2- 4].

Розглядаючи витрати енергії тільки у тваринницькій галузі сільськогосподарського виробництва, можна відмітити основну закономірність: на одиницю продукції витрати збільшуються. Враховуючи, що процеси виробництва продукції тваринництва переважно здійснюються в стаціонарних умовах, створюються сприятливі можливості для використання електроенергії. При цьому в структурі енергетичних ресурсів, які використовуються в тваринництві, значно зростає роль нетрадиційних (альтернативних) джерел поновлюваної енергії – водною, вітровою, сонячною, енергії біогазу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах Жовтянського В., Кулика М., Стогнія Б. [5] розглянуті загальні принципи енергозбереження і механізми реалізації політики енергозбереження. Грачова Л. і Маляренко В. займалися питаннями підвищення ефективності використання нетрадиційних джерел енергії в тваринницькому комплексі країни [6]. Корчемна В., Федорей В. і Щербань М. приділяли увагу питанням енергозбереження в агропромисловому комплексі. Маляренко В. і Гальчак В. розглядали

альтернативні джерела енергії та основи теплофізики будівель [1, 7]. Однак, на даний момент, залишається ще багато питань стосовно основних напрямів ресурсозбереження у тваринництві, що потребують вирішення.

**Постановка завдання.** Визначити напрями і дати рекомендації по зниженню енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії, що використовується для приготування кормів.

**Виклад основного матеріалу.** У тваринництві енерговитрати складають близько 35% електроенергії і близько 30% палива від загальної кількості, яка використовується в сільському господарстві. Значна частина енергії витрачається на приготування кормів, водопостачання, підігрівання припливного повітря, а також при сушінні сіна, фуражного зерна та ін. [1, 8, 9].

Вдосконалення традиційної технології виробництва молока шляхом використання резервів енергозбереження дає можливість зменшити її питому енергоємність на 36,3 - 73,1 ГДж на голову в рік, або на 37 - 55%. Це дозволяє підвищити біоенергетичний коефіцієнт молока до 11 - 15% замість 7,6% [1, 6].

Повна енергоємність утримання корови на фермі традиційного типу складає 30578,9 МДж., а на комплексно-механізованій – 30492,2 МДж. Структура повної енергоємності утримання корів в традиційних і комплексно-механізованих фермах приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структура повної енергоємності утримання корів на традиційних і комплексно-механізованих фермах

У сукупному енергетичному балансі виробництва молока прямі витрати енергії складають 12%, решта – непрямі (рис. 2).

Середньорічні прямі питомі витрати енергії на виробництво 1 кг молока складають 0,95 МДж, непрямі – в 7 разів вище. В умовах комплексної механізації виробництва молока енерговіддача складає 13,6%.

У сукупній енергоємності виробництва молока питома вага кормів складає 60,4 - 61,4%; енергії засобів механізації, паливно-мастильних матеріалів і електроенергії – 10,0 - 11,2%, теплової енергії (обігрів приміщень, підігрівання води для доїльно-молочного блоку) – 22,2 - 22,5%.



Рис. 2. Структура питомих витрат енергії на виробництво молока

У структурі енергоспоживання тваринницьких ферм частина прямих енерговитрат на створення і підтримання оптимального мікроклімату в приміщеннях складає 40 - 90%.

Враховуючи вищевикладене, можна виокремити основні напрями, які забезпечують зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва: зменшення споживання енергії при виробництві і приготуванні кормів; вибір раціональної технології виробництва продукції тваринництва і способу утримання тварин; застосування найменш енергоємних засобів механізації і електрифікації ферм; забезпечення технологічних процесів на фермі; застосування сучасних засобів автоматизації контролю і управління процесами; використання альтернативних джерел енергії і утилізація вторинних енергетичних ресурсів. Розглянемо детальніше шляхи зменшення споживання енергії при виробництві і приготуванні кормів.

Ефективність ведення тваринництва значною мірою визначається забезпеченістю кормами худоби і птиці. Найвища продуктивність сільськогосподарських тварин досягається при оптимальному забезпеченні кормами.

Енергію, необхідну для протікання процесів життєдіяльності, росту й виробництва продукції тваринництва одержують із корму. Значна кількість одержуваної організмом енергії йде на засвоєння й обмін поживних речовин на клітинному рівні. Тому лише невелика частина спожитої енергії є „корисною”, тобто переходить в енергію кінцевого продукту. Енергетична ефективність трансформації кормів у продукцію, що визначається співвідношенням енергії кінцевого

продукту та повної енергоємності виробництва кормів у молочному скотарстві та свинарстві не перевищує 30%, у бройлерному птахівництві – 10%, виробництві яловичини – 7%.

Як відмічають в своїх роботах В.В. Гришко, В.І. Перебийніс та В.М. Рабштина витрати кормів на одиницю продукції тваринництва в Україні у 1,5 - 2 рази перевищують середній рівень розвинутих країн [10]. Одна з причин такого становища – незбалансованість поголів'я худоби і кормової бази. Незбалансованість кормів по протеїну – інша причина. Внаслідок цього щорічно в Україні перевитрачається близько 6 млн. т зерна.

У США, наприклад, серед основних сільськогосподарських культур перше місце займала кукурудза, друге – соя, третє – багаторічні трави на сіно, четверте і п'яте – сорго і ячмінь. Якщо ж оцінювати енерговитрати з урахуванням вмісту кормопротеїнових одиниць, то найменша енергоємність виробництва зерна ярого ячменю і гороху.

Замінити зерно у комбікормах можна трав'яним борошном (для свиней і птиці до 10%, для великої рогатої худоби – до 15 - 20%). Але з енергетичної точки зору заміна зерна трав'яним борошном недоцільна, оскільки енерговитрати в розрахунок на кормову одиницю у трав'яному борошні вищі у 6,3 - 15,0 разів.

У той же час серйозного заощадження палива можна досягти завдяки поєднанню пров'ялювання та застосування у процесі сушіння відпрацьованого тепла сушильного агента, бо майже 75% теплової енергії викидається з теплоносієм. Замкнений цикл проходження повітря з теплоносієм (з температурою 120°C) для попереднього сушіння зеленої маси значно зменшує енерговитрати.

Ліквідувати дефіцит протеїну доцільно за рахунок шротів та макухи соняшника, сої, ріпаку. За даними Інституту кормів УААН, освоєння кормових сівозмін, насичення багаторічними бобовими культурами, травами більш, ніж на 50% зернофуражними культурами, проміжними посівами дасть можливість збільшити виробництво кормів і кормового протеїну на 42 - 48%, зменшити витрати праці і палива на обробіток ґрунту на 20%, заощадити азотні добрива за рахунок біологічної фіксації азоту багаторічними бобовими і зернобобовими культурами. На гектар культурних пасовищ витрачається у 4-12 разів менше енергії, ніж на зернові чи технічні культури; а прибуток з гектара їх посіву у 4 рази вище, ніж з гектара цукрових буряків, і у 16 разів, ніж з гектара зернових культур.

З кормів, приготованих із 1000 т зеленої маси для переважного використання у стійловий період, найменших витрат сукупної енергії потребують пресоване сіно, а найбільших – трав'яне борошно (рис. 3).

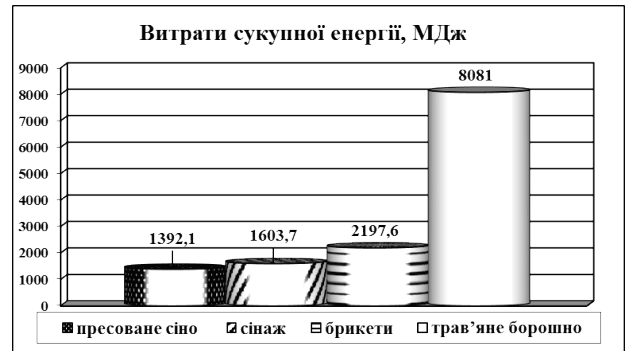


Рис. 3. Витрати сукупної енергії на приготування кормів із 1000 т зеленої маси

Основна питома вага витрат сукупної енергії при виробництві кормів із зеленої маси припадає на машини (13,7 - 32,0%), паливно-мастильні матеріали (19,0 - 67,5%) та витрати, пов'язані з виробництвом вихідної зеленої маси (5,9...34,3%). На рис. 4 представлена структура енерговитрат на заготівлю розсипного сіна.



Рис. 4. Структура енерговитрат на заготівлю розсипного сіна

Витрату палива на виробництво 1 т сіна складає 10 кг, а на 1 гектар – до 50 кг

Для зменшення енергоємності кормових раціонів доцільно збільшувати частки об'ємних кормів (силосу, сіна, зеленої маси), пасовищне використання кормових угідь, заготівля сіна шляхом активного вентиляювання, силосування кормів з попереднім прив'ялюванням зеленої маси у полі і наступним її сушінням плівковими сонячними колекторами, одержання корму з кукурудзи за рахунок подрібнення разом з стрижнями вологих качанів та наступного їх самоконсервування, приготування збалансованих кормосумішей у кормоцехах без теплової обробки.

Енерговитрати на підготовку кормів до згодкування складають 20 - 30 % від загальних енерговитрат на корми. Отримання кормобрикетів пресуванням солом'яної січки з іншими компонентами вимагає на 40 - 45 % менше енерговитрат,

ніж при гранулюванні. Нині усе більше застосування знаходять малогабаритні установки і комплекти устаткування, у тому числі пересувні і самохідні, для приготування комбікормів. Через зменшення поголів'я худоби актуальним є застосування сучасних мобільних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів кормів, здатних обслуговувати до 1000 голів за зміну.

Енергоємність приготування кормосумішей для великої рогатої худоби залежить від складу потоково-технологічної лінії, питомого енергоспоживання, устаткування, режимів його роботи, автоматизації процесів і коливається від 3 до 10 кВт·ч/т.

Зважаючи, що в технологічних лініях використовуються машини з різними параметрами продуктивності, питомі енерговитрати кормоцехів на багатьох фермах вище нормативних. Істотно зменшити питомі енерговитрати можна шляхом оптимального вибору комплексу устаткування кормоцеха, дотримання нормативів дозування компонентів, застосування систем автоматичної регуляції видачі корму.

### Література

1. Болтянская Н.И. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / Н.И. Болтянская, О.В. Болтянский // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2016. Vol. 18. No. 1. – P. 49 - 54.
2. Болтянская Н.И. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві / Н.И. Болтянская // *Науковий вісник ТДАТУ*. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 6. Т. 1. – С. 55 - 64.
3. Болтянская Н.И. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / Н.И. Болтянская // *Вісник Сумського НАУ, Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. – Суми, 2016. – Вип. 10/3 (31). – С. 118 -121.
4. Заболотко О.О. Забезпечення технології з годівлі корів сучасними технічними засобами при виконавчому проектуванні ферми / О.О. Заболотко, ІМ Петрик // *«Рациональне використання енергії в техніці»*: XII Міжнародна наукова конференція: тези конференції. – Київ, 2016. – С. 70
5. Жовтянський В.А. Стратегія енергосбереження України: Аналітико-справочні матеріали в 2-х томах: Общие основы энергосбережения / В.А. Жовтянский, М.М. Кулик, Б.С. Стогий. // – К: Академперіодика, 2006. – Т1. – 510 с.
6. Грачева Л.И. Повышение эффективности использования нетрадиционных источников энергии в животноводческом комплексе страны / Л.И. Грачева, Н.В. Брагинец, А.Н. Брагинец, С.Н. Брагинец // – Луганск: Элтон, 2008. – 652 с.
7. Гальчак В.П. Альтернативные источники энергии. Энергия Солнца: навч. посібник /

В.П. Гальчак, В.М. Боярчук. – Львів: ЛНАУ, 2008. – 135 с.

8. Болтянская Н.И. Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции / Н.И. Болтянская // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2012. Vol. 14. No 3, b. – P. 164 -175.

9. Karol C. Instalacja zgazowujaca osuszony osad sciekowy / C. Karol // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2011. Vol. 13, A. – P. 80 - 93.

10. Гришко В.В. Энергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління) / В.В. Гришко, В.І. Перебийніс, В.М. Рабштина. – Полтава, 1996. – 280 с.

### References

1. Boltyanskaya N.I. Analiz osnovnykh napravlenij resursosberezheniya v zhivotnovodstve / N.I. Boltyanskaya, O.V. Boltyanskij // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2016. Vol. 18. No. 1. – P. 49 - 54.
2. Boltianska N.I. Systema chynnykiv efektyvnoho zastosuvannya resursozberihaiuchykh tekhnolohii v molochnomu skotarstvi na pidpriemstvi / N.I. Boltianska // *Naukovyi visnyk TDAU*. – Melitopol: TDAU, 2016. – Vyp. 6. T. 1. – S. 55 - 64.
3. Boltianska N.I. Pokazyky otsinky efektyvnosti zastosuvannya resursozberihaiuchykh tekhnolohii v tvarynnytsvtvi / N.I. Boltianska // *Visnyk Sumskoho NAU, Serii «Mekhanizatsiia ta avtomaty-zatsiia vyrobnychykh protsesiv»*. – Sumy, 2016. – Vyp. 10/3 (31). – S. 118 -121.
4. Zabolotko O.O. Zabezpechennia tekhnolohii z hodivli koriv suchasnymi tekhnichnymy zasobamy pry vykonavchomu proektuvanni fermi / O.O. Zabolotko, IM Petryk // *«Ratsionalne vykorystannia enerhii v tekhnitsi»*: XII Mizhnarodna naukova konferentsiia: tezy konferentsii. – Kyiv, 2016. – S. 70
5. Zhovtjans'kij V.A. Strategija jenergosberezhenija Ukrainy: Analitiko-spravochnye materialy v 2-h tomah: Obshhie osnovy jenergosberezhenija / V.A. Zhovtjans'kij, M.M. Kulik, B.S. Stognij // – K: Akademperiodika, 2006. – T1. – 510 s.
7. Gal'chak V.P. Al'ternativnye istochniki ehnergii. EHnergiya Solnca: navch. posibnik / V.P. Gal'chak, V.M. Boyarchuk. – L'viv: LNAU, 2008. – 135 s.
8. Boltyanskaya N.I. Puti razvitiya otrasli svinovodstva i povyshenie konkurentosposobnosti ee produktsii / N.I. Boltyanskaya // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2012. Vol. 14. No 3, b. – P. 164 -175.
9. Karol C. Instalacja zgazowujaca osuszony osad sciekowy / C. Karol // *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. – 2011. Vol. 13, A. – P. 80 - 93.
10. Grishko V.V. Energozberzhennya v sil's'komu gospodarstvi (ekonomika, organizaciya, upravlinnya) / V.V. Grishko, VI. Perebijnis, V.M. Rabshchina. – Poltava, 1996. – 280 s.

## Аннотация

**Снижение энергоёмкости производства продукции животноводства за счет сокращения энергии на кормоприготовление**

Н.И. Болтянская

В статье обозначены направления снижения энергоёмкости производства продукции животноводства, в частности, определено, что основным путем уменьшения энергоёмкости производства продукции животноводства является минимизация совокупных расходов энергии на основе использования прогрессивных технологий. Приведена структура полной энергоёмкости содержания коров в традиционных и комплексно-механизированных фермах, на ее основе доказано, что совершенствование традиционной технологии производства молока путем использования резервов энергосбережения позволяет уменьшить ее удельную энергоёмкость и это позволяет повысить биоэнергетический коэффициент молока. Подано структуру удельных затрат энергии на производство молока, которая показывает, что в совокупном энергетическом балансе производства молока косвенные расходы энергии в семь раз выше, чем прямые. Определена энергетическая эффективность трансформации кормов в продукцию, которая определяется соотношением энергии конечного продукта и полной энергоёмкости производства кормов в молочном скотоводстве и свиноводстве. В совокупной энергоёмкости производства молока на удельный вес кормов приходится более половины всех расходов – это одно из направлений, обеспечивающих снижение энергоёмкости производства продукции животноводства и, как одна из составляющих, за счет сокращения энергии, используемой для приготовления кормов. Отмечается, что серьезного сбережения топлива можно достичь благодаря сочетанию проявлявания и применения в процессе сушки отработанного тепла сушильного агента, потому что почти три четверти тепловой энергии выбрасывается с теплоносителем. Замкнутый цикл прохождения с теплоносителем для предварительной сушки зеленой массы значительно уменьшает энергозатраты. Приведены структура расходов совокупной энергии на приготовление кормов с одной тысячи тонн зеленой массы и структура энергозатрат на заготовку рассыпного сена. Даны рекомендации по снижению энергоёмкости производства продукции животноводства за счет сокращения энергии, используемой для приготовления кормов.

**Ключевые слова:** животноводство, производство продукции, ресурсосбережение, потребление энергии, приготовление корма, энергоёмкость, расходы энергии, зеленая масса.

## Abstract

**Reduction of energy of manufacture of animal production at the conditions of energy reduction on corruption**

N.I. Boltyanska

In the article outlines the ways of reducing the energy intensity of livestock production, in particular, it is determined that the main way of reducing the energy intensity of livestock production is to minimize the total energy consumption based on the use of advanced technologies. The structure of total energy content of cows keeping in traditional and complex mechanized farms is presented, on the basis of it it is proved that improvement of the traditional milk production technology by means of using energy saving reserves makes it possible to reduce its specific energy intensity and this allows to increase the bioenergy coefficient of milk. The structure of specific energy expenditures for milk production is presented, which shows that in the total energy balance of milk production, indirect energy expenditure is seven times higher than direct energy. The energy efficiency of the transformation of feed into products is determined, which is determined by the ratio of the energy of the final product and the total energy intensity of feed production in dairy cattle breeding and pig breeding. In total energy consumption of milk production, the share of feed accounts for more than half of all costs – this is one of the areas that ensure a reduction in the energy intensity of livestock production and, as one of the components, by reducing the energy used for feed production. It is noted that serious fuel savings can be achieved through the combination of trussing and application in the drying process of exhaust heat to the drying agent, since almost three quarters of the thermal energy is emitted from the heat carrier. A closed loop of air passing with a heat carrier for preliminary drying of green mass significantly reduces energy costs. The structure of the total energy consumption for feed production from one thousand tons of green mass and the structure of energy consumption for the harvesting of spreading hay is given. The recommendations for reducing the energy intensity of livestock production are given due to the reduction of energy used for feed preparation.

**Keywords:** livestock production, production, resource conservation, energy consumption, feed preparation, energy consumption, energy consumption, green mass.

Представлено від редакції: В.Ф. Ужик / Presented on editorial: V.F. Uzhik

Рецензент: О.А. Науменко / Reviewer: O.A. Naumenko

Подано до редакції / Received: 12.03.2018