

Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions

V. Marchenko  | O. Trishin | E. Chyhrynov | S. Drozdov | V. Petrash | A. Tkachov | V. Ponomareva

Article info

Correspondence Author
V. Marchenko
E-mail:
vlsnitv8@gmail.comInstitute of Animal Science
of the National Academy
of Agrarian Sciences of
Ukraine,
str. Tvarinnykiv 1A,
Kharkiv, Ukraine

Citation: Marchenko, V., Trishin, O., Chyhrynov, E., Drozdov, S., Petrash, V., Tkachov, A., & Ponomareva, V. (2023). Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 72–78. doi: 10.31210/spi2023.26.02.13

Data on the current state of development of cattle breeding of various types of farms in retrospect from 1990 to the present are given. Cow herds, average annual milk yield from one cow, gross milk production in general and by categories of producers are presented. Based on the monitoring and analysis of production and organizational indicators of more than 50 farms, including small ones (up to 10 cows), the main elements that characterize them were determined. Accordingly, a version of the technology of tethered keeping of cows with elements of production organization within the parameters is disclosed. The harvesting conditions, the use of fodder crops, the necessary amount of fodder to ensure the given productivity of technological groups are shown. The size of the fodder fund of the farm as a whole, taking into account the insurance reserve, is determined. Also presented is a system for streamlining the structure of fodder crop sown areas and makes it possible to use land resources more efficiently. Evaluation and modeling of energy efficiency of production were carried out using the example of a pilot project for 20 cows with an annual productivity of 7000 kg to 9000 kg of milk per head. Calculated structure of energy content of products by species – milk, live weight of culled animals, growth of reared animals, obtained offspring. The energy content of excrement and bedding is taken into account. It is calculated that the largest share in the structure of the energy content of products suitable for food belongs to the energy content of produced milk - 86.8–89.4 %, and since it is the most influential factor on the energy efficiency coefficients of the main and general products, the functional dependence of the energy content of products on fat is determined in milk and the relationship between the coefficients of energy content of products and milk fat. The impact of changes in the quality (fat content of culled livestock and animals from which they receive an increase) of other types of products on the energy costs of production is calculated. The established functional dependencies make it possible to form the key elements of interrelationships of the livestock production system, taking into account the specifics of a specific system of parameters, to determine the energy efficiency of technological processes and to effectively influence the use of all types of resources.

Keywords: energy consumption, milk, technology parameters, productivity, product quality.

Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень

В. А. Марченко | О. К. Трішин | Є. І. Чигринов | С. Є. Дроздов | В. С. Петраш | А. В. Ткачов | В. В. Пономарьова

Інститут тваринництва
Національної академії
аграрних наук України,
м. Харків, Україна

Наведено дані сучасного стану розвитку скотарства різних типів господарств у ретроспективі з 1990 року і по теперішній час. Представлені поголів'я корів, середній річний удій молока від однієї корови, валове виробництво молока в цілому і по категоріях виробників. На основі проведеного моніторингу і аналізу виробничо-організаційних показників понад 50 господарств, у тому числі малих (до 10 корів) визначені головні елементи, якими вони характеризуються. Відповідно цьому розкрито варіант технології прив'язного утримання корів з елементами організації виробництва у межах параметрів. Показані умови заготівлі, використання кормових культур, необхідна кількість кормів для забезпечення заданої продуктивності технологічних груп. Визначений розмір фуражного фонду ферми в цілому з урахуванням страхового запасу. Також представлено систему для упорядкування структури посівних площ кормових культур, що дає змогу більш ефективно використовувати земельні ресурси. Проведені оцінка і моделювання енергоефективності виробництва на прикладі пілотного проекту на 20 корів з річною продуктивністю від 7000 кг до 9000 кг молока на голову. Обчислена структура енерговмісту продукції за видами - молоко, жива маса вибракуваних тварин, приріст тварин, що вирощуються, отриманого приплоду. Ураховані енерговміст екскрементів і підстилки. Розраховано, що найбільша частка в структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %, і оскільки воно є найбільш впливовим чинником на коефіцієнти енергетичної ефективності основної і загальної продукції визначені функціональні залежності енерговмісту продукції від жиру в молоці та взаємозв'язок коефіцієнтів енерговмісту продукції і жиру молока. Розраховано вплив зміни якісних (вгодованість вибракуваної худоби і тварин, від яких отримують приріст) показників інших видів продукції на енерговитрати виробництва. Установлені функціональні залежності дають змогу формувати ключові елементи взаємозв'язків системи виробництва продукції скотарства з урахуванням особливостей конкретної системи параметрів, визначати енергоефективність технологічних процесів і ефективно впливати на використання усіх видів ресурсів.

Ключові слова: енерговитрати, молоко, параметри технології, продуктивність, якість продукції.

Бібліографічний опис для цитування: Марченко В. А., Трішин О. К., Чигринов Є. І., Дроздов С. Є., Петраш В. С., Ткачов А. В., Пономарьова В. В. Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 72–78.

Вступ

Ефективність діяльності галузі скотарства забезпечується системою виробництва необхідної кількості продукції харчування на основі створення раціональної структури господарювання. В умовах сьогодення це є складним завданням на перспективу і актуальним у будь-який час, оскільки існуючі дрібні господарства здебільшого є мало конкурентними як за якістю продукції, так і за технологічними процесами, які супроводжують її виробництво. Водночас все сильніше на виробничі процеси впливають вимоги щодо підвищення енергоефективності виробництва такої продукції. Вітчизняний та зарубіжний досвід показує, що кооперування у використанні сільськогосподарської техніки, крім значної економії коштів на інвестиції у нову техніку та поточні витрати на її експлуатацію і ремонт, дає можливість невеликим підприємствам такого типорозміру використовувати техніку та технології, які забезпечують заощадження власних ресурсів [4, 13–15].

Попередні дослідження технологій виробництва молока для малих (з поголів'ям 20 і 50 корів) підприємств дозволили розробити їх організаційно-виробничі параметри за умов фіксовано високої (8000 кг молока на корову в рік) продуктивності і дати оцінку економічної ефективності [4, 11, 12]. Проте, в умовах фактичних реалій сьогодення оптимізація економічної складової технологічних рішень не є оптимальною з точки зору енергоефективності виробництва і особливо з урахуванням її якості. Таким чином, у межах заданих параметрів, не можливо без знання і урахування закономірностей формування енергоефективності технологічних процесів виробництва створити в кожному конкретному випадку енергоефективну, інвестиційно привабливу технологію виробництва продукції необхідної якості [11, 17].

Проведені дослідження були спрямовані на встановлення закономірності формування енергоефективності технологічних процесів виробництва продукції скотарства в умовах визначених параметрів для різних рівнів продуктивності і з урахуванням якості продукції. Вони сприятимуть економії ресурсів (у тому числі матеріальних, трудових). Енергоефективні технологічні процеси будуть стимулювати підвищення прибутковості галузі тваринництва в цілому, що стане передумовою для залучення інвесторів і створення нових робочих місць. На цій основі створюються умови відродження вітчизняного

молочного скотарства, його сталий розвиток за умов забезпечення виробництва продукції високої якості у невеликих господарствах.

Визначення напрямів подальшого удосконалення або принципів побудови окремих, найбільш вагомих технологічних процесів при виробництві продукції скотарства проведено на основі моделювання та маржинального аналізу економії витрат ресурсів за їх видами для існуючих умов з урахуванням залежності змін якості продукції для підвищення енергоефективності виробництва [1, 2, 7, 8].

Мета дослідження

Мета дослідження – з'ясувати особливості формування енергоефективності виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень.

Матеріали і методи

Для досягнення мети роботи за різними методами (економіко-статистичний, економіко-математичний, експедиційних обстежень, моделювання та ін.) з використанням методики біоенергетичної оцінки технологій виробництва продукції, а також офіційної звітності проведено моніторинг, аналіз та вивчення складових виробничого процесу в умовах прив'язного і безприв'язного способів утримання великої рогатої худоби [1, 6–10, 18, 19].

Інспекційне обстеження ОСГ виробників молока (ТОВ агрофірма «Добробут», «Волочиськ-Агро», «Мусіївське», «Полтава-Зернопродукт», АФ ім. «Довженка», вивчення інформації та даних Державної служби статистики України дозволили оцінити валове виробництво, сучасний стан, якість продукції, обґрунтувати особливості формування системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень виробництва продукції скотарства підприємств невеликого типорозміру (дрібних виробників) [1, 2, 4, 7, 10–13, 17].

Результати та їх обговорення

Сучасний стан галузі тваринництва і зокрема скотарства, характеризується стійкою тенденцією до погіршення. Офіційні статистичні дані підтверджують те, що загальна чисельність корів скорочується, вал молока зменшується (рис. 1 і 2).

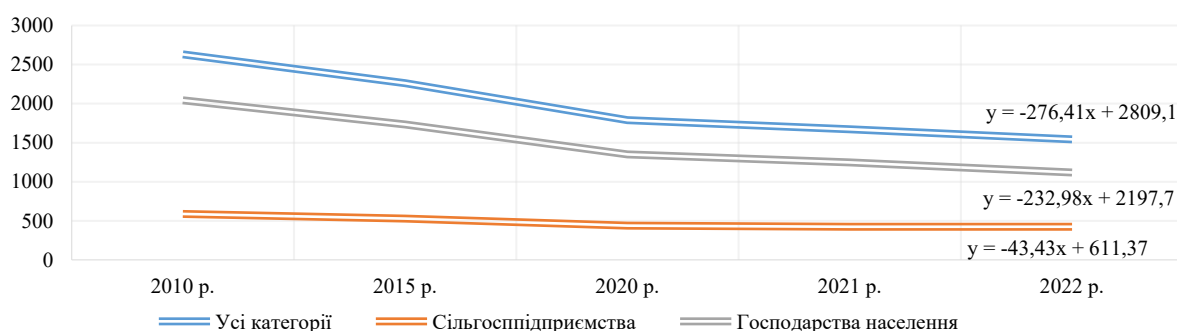


Рис. 1. Поголів'я корів у різних категоріях господарств, тис. гол.

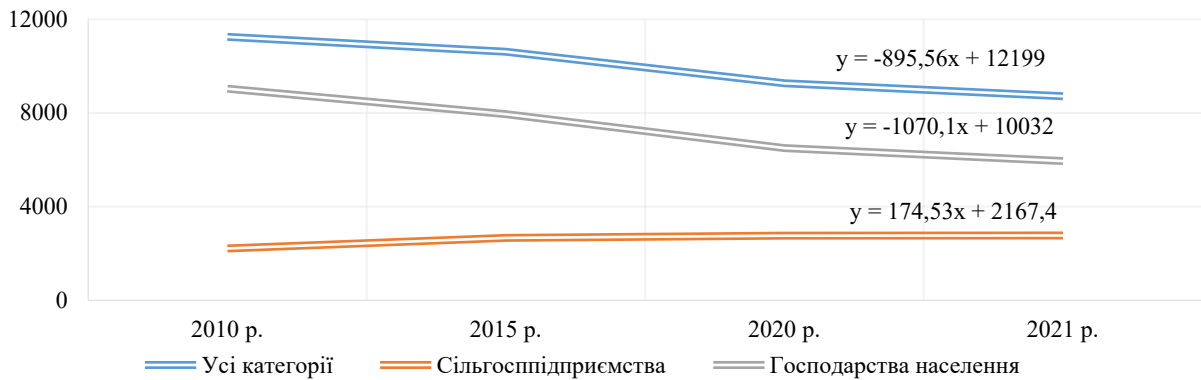


Рис. 2. Виробництво молока у різних категоріях господарств, тис. т

Так було не завжди. Ось чому слід відмітити, що за період з 1990 року і до нині структура чисельності поголів'я корів по категоріях господарств кардинально змінилася. Якщо у 1990 році з 8378,2 тис. корів 73,9 % утримували сільськогосподарські підприємства, а решту (26,1 %) домогосподарства, то у 2000 році з 4958,2 тис. корів тільки 37,3 % належало сільськогосподарським підп-

приємствам, а на теперішній час із 1544,0 тис. корів їх частка становить лише 27,5 %. Оскільки 72,5 % належить дрібним товаровиробникам, вони істотно впливають на кінцевий результат забезпечення населення продуктами харчування і ефективність роботи цієї категорії на перспективу стає визначальною. Це підтверджують дані продуктивності корів різних категорій виробників (рис. 3).

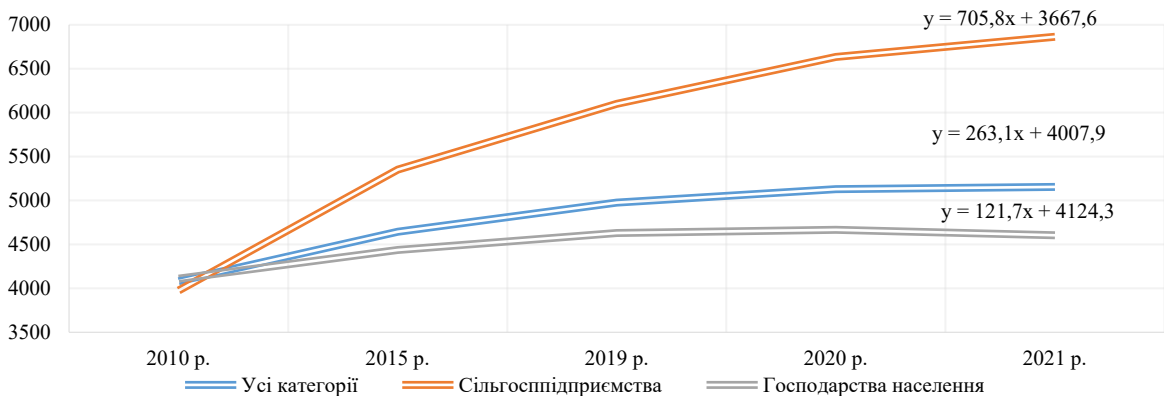


Рис. 3. Середній річний удій молока від однієї корови, кг

Так, продуктивність корів за період 2010–2021 рр. в середньому по галузі зростає на 263 кг/рік, але темпи підвищення удою молока від однієї корови по категорії дрібних господарств у 2,1 рази нижчі.

Вивчення матеріалів світової практики показало, що потужність молочних ферм та технологій виробництва молока, які на них застосовуються, визначаються відповідно як розміром наявних земельних угідь, так і соціально-економічними умовами і особливостями країни [1, 14–16, 20]. В реаліях нашої держави обґрунтування системи параметрів технологічних та технічних рішень базується на принципах мінімізації визначальних умов, які негативно впливають на процес виробництва. Проведений моніторинг і аналіз виробничо-організаційних показників понад 50 господарств з їх структурними підрозділами – такими як відділення чи окремі ферми (у тому числі дрібні до 10 корів близько 20 ферм) визначив головні елементи, якими вони характеризуються. Серед основних – це ресурсна база – засоби виробництва для обслуговування тварин, у тому числі

приміщення для утримання худоби, техніка та обладнання, інвентар, система кормозабезпечення (корми за видами тощо).

Технологічне рішення з варіантом прив'язного утримання, яке передбачене проектом ферми на 20 корів обумовлене тим, що організація виробничого процесу базується на реконструкції типового приміщення для утримання корів. Відповідно до цього варіанту виробничого процесу корови і нетелі цілорічно знаходяться на автоматичній прив'язі-відв'язі. Основою несучої конструкції прив'язі є труба діаметром 76 мм. Вона забетонована в підлогу на глибину до 50 см і є жорсткою підставою. Верхня труба (брус над холкою) має діаметр 40 мм. Вона стійка до деформацій, оскільки несе основне навантаження при прив'язі худоби. На ній же розташовуються гачки для фіксації ланцюга прив'язі і встановлено механізм для відв'язування. Нижня труба – пов'язує стійлове обладнання в цілісну систему і до неї кріпиться ланцюг прив'язі тварини. Можливість прогулянки тварин влітку на вигульно-годівельних

майданчиках передбачається. Для отелення корів і нетелей у приміщенні корівника обладнано пологовий денник. Новонароджені телята знаходяться у деннику до 10–12 годин з підсосом материнського молозива. В подальшому молодняк утримують до 10–20-денного віку в секції на змінній солом'яній підстилці після чого переводять на прив'язь. Приміщення обладнано кормовим столом шириною не менше 4 м для можливості проїзду шинки з навісним обладнанням для годівлі тварин сіном. Зокрема для навантаження і роздавання кормів на кормовий стіл використовується навантажувач кормів типу ПЕ–0,8 та кормороздавач РМ–Ф–6. Годівля телят здійснюється з індивідуальних годівниць за нормою в залежності від статево-вікової групи. Для доїння корів використовується переносний доїльний апарат «АИД–1» із подальшим збиранням молока в танк охолоджувач. Для видалення гною застосовують ланцюгові (ТСН) горизонтальний та похилий транспортери з вивантаженням у причіп типу 2 ПТС–4М.

У відповідності до мети і завдань щодо її досягнення були встановлені наступні обмеження вихідних параметрів виробництва та технологічного процесу: рівномірне виробництво товарної продукції – молоко, приріст, вибракувана худоба; середньорічна чисельність корів – 20 голів; річна продуктивність корів 7000–9000 кг молока на голову, вміст жиру в молоці 3,8–4,2 %; структура стада – корови – 47,8–44,0 %; нетелі – 7,9–7,1 %; телиці старше року – 14,4–15,5 %; телиці до року – 27,5–29,7 %; бугайці до року – 2,4–3,7 %; бракування і заміна основного стада за рахунок власного вирощування ремонтних телиць на рівні 20–25 %; спосіб утримання худоби – прив'язний; вирощування та відгодівля бугайців у господарстві не передбачається (реалізація телят в молочний період у віці 1–2 місяці); вік першого осіменіння телиць живою масою 1 голови 380–400 кг у 15–16 місяців; середньодобові прирости телиць до року 750 г, старше року – 700 г; відхід молодняку до 5 %. Загальна потреба в скотомісцях на фермі становить 48–50 місць.

Вихідні дані для визначення енерговитрат на виробництво продукції молочного скотарства – затрати на корову зі шлейфом: праця – 200 люд.–год.; електроенергія – 600–650 кВт–год. Енергетичні еквіваленти інших ресурсів – згідно відомих довідкових величин [2, 9, 10].

Розрахунками, на прикладі пілотного підприємства з чисельністю поголів'я великої рогатої худоби 40–48 голів (20 корів) і середньою продуктивністю 8000 кг на корову встановлено, що щільність середньорічного поголів'я на власній кормовій базі на 100 га становить – великої рогатої худоби – 51,5 голів, у т. ч. корів – 24,7 голів.

Для забезпечення необхідних рівнів продуктивності розроблені річні норми заготівлі і витрат кормів та їх структури для корів і ремонтних телиць в залежності від їх продуктивності [3, 4, 8, 13, 17]. Для одержання надоїв 8000 кг молока потреба в заготівлі кормів на корову в рік становить 86,6 ц кормових одиниць. При цьому, тип годівлі корів і молодняку великої рогатої худоби спрямований на збільшення в

раціонах тварин витрат комбікормів, сіна і стабілізації витрат сінажу та силосу, у складі яких збільшується частка силосу із суміші посівів кукурудзи з сорго або соєю, сінажу із багаторічних трав та зерносінажу із однорічних зернофуражних культур, зменшення зелених кормів і соломи [16, 19–22]. Використання концентрованих кормів – тільки у вигляді комбікормів, які за складом повинні відповідати потребам фізіологічного стану корів та певних статево-вікових груп молодняку ВРХ, бути повноцінними та забезпечувати задану продуктивність корів та ремонтних телиць. У складі комбікормів за масою на частку зерна повинно приходиться не більше 80 % та 20 % становлять добавки. Із всієї кількості зерна для виготовлення комбікормів по 30 % за поживністю займають кукурудза, ячмінь і пшениця та 10 % – горох, а у добавках не менше 50 % повинні займати високобілкові компоненти (шрот, макуха і ін.). Згодовування усіх видів кормів, включаючи і комбікорми, повинно бути у складі повнораціонних кормосумішей, які забезпечують повну потребу тварин у поживних речовинах в залежності від їх продуктивності, фізіологічного стану, періоду лактації та статево-вікового складу. Визначений розмір фуражного фонду ферми в цілому з урахуванням страхового запасу – по концентратах – 8–10 %, соковитих та грубих кормах – до 15 %.

Загальна потреба в кормах за поживністю для такого господарства повинна складати 264,3 тонн кормових одиниць, з яких в натурі необхідно заготувати: комбікормів – 94,1 тонн, силосу – 147,4 тонн, сіна багаторічних трав – 53,1 тонн, сінажу багаторічних трав – 49,8 тонн та зелених кормів – 260,3 тонн.

Досвід експлуатації невеликих скотарських ферм доводить, що досягнення необхідних показників виробництва продукції і продуктивності худоби, перш за все, лімітується кормозабезпеченістю та повноцінністю годівлі тварин. У зв'язку з цим виникає потреба перегляду традиційних систем виробництва, заготівлі і використання кормів, коли при виробництві продукції молочного скотарства повинна забезпечуватися повноцінна та рівномірна годівля тварин впродовж усього року [23, 24, 26].

Збільшенню кормозабезпечення, нарощуванню обсягів та підвищенню ефективності виробництва молока і яловичини сприяє широке впровадження інтенсивної системи виробництва і використання кормів, що включає: вирощування найбільш високоврожайних кормових культур; збирання їх у фазах максимального накопичення поживних речовин; приготування високоякісного силосу, сінажу, сіна, які у поєднанні з концентратами будуть становити основу раціонів корів і молодняку впродовж усього року; організацію стабільної повноцінної годівлі згідно з деталізованими нормами, незалежно від пори року, з використанням влітку у вигляді білково-вітамінної добавки до основного раціону зеленої маси (не більше 20 кг маси на добу), питома вага яких у річному раціоні корів повинна складати не більш 7–10 %, у літніх же раціонах – на рівні 20 % за поживністю. У разі освоєння такої системи складаються умови для упорядкування структури

посівних площ кормових культур. Замість великого набору культур зеленого конвеєра, у кормовому кліні питома вага багаторічних трав займає до 65–70 %, посіви кукурудзи на силос доводяться до 30–35 %.

Така система дає змогу без додаткових витрат з одних і тих же площ посіву, за рахунок збирання кормових культур в оптимальні фази вегетації, збільшити на 25–30 % збір поживних речовин з гектара кормової площі, підвищити загальний рівень та повноцінність годівлі тварин і на цій основі на 15–20 % збільшити їх продуктивність, обсяги виробництва молока та, що особливо важливо, ліквідувати сезонність їх реалізації.

Намічені розміри кормозабезпечення, чисельності поголів'я тварин і їх продуктивності дають змогу одержувати вал молока до 140–180 тонн. З урахуванням його випоювання телятам, розмір реалізації молока буде становити 132–169 тонн або 94 % від валового виробництва. Такою ж буде і товарність у разі повної реалізації.

Розрахунки показали, що у підприємстві з чисельністю поголів'я великої рогатої худоби 40–50 голів (20 корів у межах параметрів продуктивності 7000–9000 кг на голову) річні загальні затрати сукупної енергії на виробництво продукції (молоко, приріст, жива маса) коливаються від 16969 ГДж до 21192 ГДж або 848–1060 ГДж на корову зі шлейфом. За структурою загальні затрати сукупної енергії такі: 6,8–5,5 % – на відтворення стада (828,1 ГДж), 6,2–5,1 % – від основних засобів виробництва (758,0 ГДж), 2,0–1,6 % – від оборотних засобів виробництва без кормів і підстилки (238,7 ГДж). Сукупна енергія прямих і непрямих затрат праці – 1,4–1,2 % (172,5 ГДж), Сукупна енергія, уречевлена в кормах і підстилці має найбільшу частку – 83,7–86,7 % (10230–12977 ГДж).

Визначено, що енерговміст продукції, виробленої у межах обґрунтованих технологічних параметрів і безпосередньо придатної для вживання при зростанні продуктивності збільшується від 570 ГДж до 693 ГДж. Структуру наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Структура енерговмісту продукції за видами, ГДж

Енерговміст:	Продуктивність корів, кг/рік		
	7000	8000	9000
отриманого молока (за вмісту жиру 3,8 %)	429,8	491,2	552,6
живої маси вибракуваних тварин	44,0	44,0	44,0
отриманого за рік приплоду	2,9	2,9	2,9
приросту маси тварин, що вирощуються	18,6	18,6	18,6
продукції, придатної для харчування	495,3	556,7	618,1
екскрементів тварин	2541,3	2824,4	3203,2
підстилки	0,9	0,9	1,0
усієї продукції	3037,5	3382,0	3822,3

Установлено, що найбільша частка в структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %, тобто виробництво саме цього виду продукції

найбільше впливає як на коефіцієнт енергетичної ефективності продукції придатної для харчування, так і загальної продукції.

Для визначення залежності змін енерго-ефективності виробництва продукції від енерговмісту молока, а саме його якісної характеристики (жиру) в середовищі MS Excel було створено алгоритм проведення маржинального аналізу [8]. За окремими видами енерговитрат, у межах встановлених техніко-виробничих параметрів, для продуктивності від 7000 кг до 9000 кг на корову в рік з інтервалом зростання вмісту жиру молока на 0,1 % (від 3,8 % до 4,2 %) обчислені закономірності змін енерговмісту продукції. Лінійні залежності дозволяють кількісно оцінити їх величину. Установлено, що для будь-якого вмісту жиру в молоці зростання продуктивності супроводжується збільшенням і енерговмісту продукції придатної для харчування, і енерговмісту всієї продукції. Так, в середньому результатом зростання продуктивності на кожні 1000 кг є збільшення такого енерговмісту на 61–65 ГДж (5,2 %) і 392–396 ГДж (1,0 %) відповідно і у залежності від вмісту жиру в молоці (табл. 2).

Таблиця 2

Функціональні залежності енерговмісту продукції від вмісту жиру в молоці

Вміст жиру у молоці (X), %	Енерговміст продукції, придатної для харчування (Y), ГДж	Енерговміст всієї продукції із врахуванням сполученої (Y), ГДж
3,8	$y = 61,4x + 433,89$	$y = 392,41x + 2629,1$
3,9	$y = 62,2x + 438,69$	$y = 393,21x + 2633,9$
4,0	$y = 63,0x + 443,49$	$y = 394,01x + 2638,7$
4,1	$y = 63,8x + 448,29$	$y = 394,81x + 2643,5$
4,2	$y = 64,6x + 453,09$	$y = 395,61x + 2648,3$

За умов зміни вмісту жиру в молоці у вищезазначених межах коефіцієнти енергетичної ефективності продукції придатної для харчування і загальної продукції також змінюються в бік покращення в наступній залежності (табл. 3).

Таблиця 3

Взаємозв'язок коефіцієнтів енерговмісту продукції і жиру молока

Вміст жиру у молоці (X), %	Коефіцієнт енергетичної ефективності продукції, придатної для харчування (Y), %	Коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції (Y), %
3,8	$y = 0,0385x + 4,0308$	$y = 0,3422x + 24,499$
3,9	$y = 0,0397x + 4,0757$	$y = 0,3433x + 24,544$
4,0	$y = 0,0408x + 4,1206$	$y = 0,3445x + 24,589$
4,1	$y = 0,0419x + 4,1655$	$y = 0,3456x + 24,634$
4,2	$y = 0,0431x + 4,2104$	$y = 0,3468x + 24,679$

Отже, у межах продуктивності від 7000 кг до 9000 кг молока на корову в рік в середньому із зростанням вмісту жиру в молоці від 3,8 % до 4,2 % обидва коефіцієнти покращуються на 0,05 %. Таким чином доведено, що як підвищення продуктивності, так і поліпшення якості молока має невеликий позитивний ефект.

Для таких же рівнів продуктивності встановлено вплив зміни якісних показників інших видів продукції на енерговитрати виробництва. Визначені залежності

свідчать про те, що зниження категорії вгодованості на кожну наступну позицію (вища-середня-нижче середньої-худа) худоби, яку вибракувано з основного стада і при одержанні приросту за рахунок її вирощування, впливає на коефіцієнт енергетичної ефективності основної частини продукції і коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції – зменшення в інтервалі 0,05–0,07 %. Негативний ефект спостерігається і при збільшенні на кожні 10 % чисельності вводу до основного стада ремонтних телиць – коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції погіршується на 0,3 %.

Обґрунтовані залежності дають змогу формувати основні елементи взаємозв'язків системи виробництва продукції скотарства у межах параметрів малого підприємства. Моделювання виробництва продукції з використанням рівнянь залежності її енерговмісту від якісних характеристик створює умови кількісно оцінювати енергетичну складову технологічних процесів при виробництві молока і яловичини відповідно кожному виду ресурсів. Воно має практичне значення, оскільки створення енерго-ефективних технологічних процесів стимулює підвищення прибутковості функціонування невеликих підприємств і галузі тваринництва в цілому.

Висновки

1. Визначено, що основна частка у структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %. Цей факт свідчить про те, що вироблене молоко у підприємствах невеликого типорозміру є найбільш впливовим чинником, як на коефіцієнт енергетичної ефективності продукції придатної для харчування, так і загальної продукції.

2. Доведено, що як підвищення продуктивності, так і поліпшення якості продукції (молоко, приріст) має позитивний ефект на енерговитрати її виробництва. Обидва коефіцієнти енергетичної ефективності покращуються на 0,05 %.

3. Створена система комп'ютерної оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції скотарства в умовах малого підприємства на практиці дозволяє з урахуванням особливостей конкретної системи параметрів визначати енергоефективність технологічних процесів і ефективно впливати на енергозаощадження.

Перспективи подальших досліджень. Розробка пілотних проєктів, бізнес-планів та перспективних планів розвитку господарств невеликого розміру з уточненням конкретних параметрів, елементів технології виробництва продукції скотарства. Визначення енергоефективності діючих технологій з урахуванням динаміки змін у часі ресурсовикористання. Моделювання практичного результату відповідно прогнозованим закономірностям таких змін.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Baranovskiy, D. I., Hetmanets, O. M., Khokhlov, A. M., & Brovin, O. V. (2017) *Biometriia v prohramnomu seredovysshchi MS Excel: navchalnyi posibnyk* [in Ukrainian]
2. Novikov, Yu. F., Rabshtyna, V. M., Sotnik, V. I., & Shirokovyj, Yu. I. (1983). *Bioenergeticheskaya ocenka selskohozyajstvennykh tehnologij i puti ekonomii energii: metodicheskie rekomendacii*. Moskva: VASHNIL [in Russian]
3. Bohdanov, H. O. (2013) *Normy, oriientovni ratsiony ta praktychni porady z hodivli velykoi rohatoi khudoby: posibnyk*. Zhytomyr: PP «Ruta» [in Ukrainian]
4. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia ahropromyslovoho kompleksu (2005) 01.05 Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia: Skotarski pidpriemstva (komplekсы, фермы, мали фермы). *Ministerstvo ahropolityky Ukrainy* [in Ukrainian]
5. Hnoievyyi, I. V. (2006). Udoskonalennia kormovoi bazy v gospodarstvakh za tsilorichnoi odnotypnoi hodivli velykoi rohatoi khudoby. *Naukovo-Tekhnichni Biuletyn, 92*, 25–31. [in Ukrainian]
6. DSTU 8066:2015. *Systemy upravlinnia yakistiu. Chynnyi vid 2017-01-21*. (2017). Kyiv [in Ukrainian]
7. *Metodologiya i metodika energeticheskoy ocenki agrotehnologij v agro landshaftah*. (2007). Moskva: MSHA im. K. A. Timiryazeva [in Russian]
8. Cypko, V. V., Pronina, V. V., Berus, M. V., Bublik, V. I., Vasilevskij, N. V., & Zlobina, G. S. (1989) *Metodicheskie rekomendacii po normirovaniyu energii v kormlenii krupnogo rogatogo skota*. Kharkov [in Russian]
9. *Metodychni rekomendatsii z planuvannia, obliku ta kalkuluvannia sobivartosti produktsii (robit, posluh) silskohospodarskykh pidpriemstv* (2001). Kyiv: Ministerstvo ahromoi polityky [in Ukrainian]
10. *Metodicheskie rekomendacii po bioenergeticheskoy ocenke tehnologij proizvodstva produktsii zhivotnovodstva*. (1985). Moskva: Vsesoyuznyj nauchno issledovatel'skij institut elektrifikacii selskogo hozyajstva [in Russian]
11. Kulyk, M. F. (1997). *Metodyka bioenergetichnoi otsinky tekhnolohii vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva i kormiv*. Vinnytsia [in Ukrainian]
12. Marchenko, V. A., Korkh, I. V., Korkh, O. V., Petras, V. S., Admin, O. Ye., Admina, N. H., & Tkachov, A. V. (2020). *Pidvyshchennia efektyvnosti zaluchennia investytsii dlia ferm z riznyamy obsiahamy richnoho vyrobnytstva moloka: rekomendatsii*. Kharkiv: Instytut tvarynnytstva Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
13. *Richni normatyvy zahotivli ta struktury kormiv dlia riznykh vydiv tvaryn v zalezhnosti vid yikh produktyvnosti po zonakh Ukrainy*. (2008). Kharkiv: Normatyvnyi naukovo-vyrobnychiy posibnyk, tretie vydannia dopovnene, Instytut tvarynnytstva Ukrainkoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
14. Rudenko, N. (2019). Pro perspektyvy. *Ahro Perspektyva*, 1-2 (219-220), 56–58. [in Ukrainian]
15. Hadzalo, Ya. M., Bashchenko, M. I., Zhuk, V. M., & Lupenko, Yu. O. (Eds). (2016) *Stratehiia rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva produktsii v Ukraini na period do 2025 roku*. Kyiv: NAAN; NNTs IAE [in Ukrainian]
16. Bashchenko, M. I. (Ed). (2017). *Tvarynnytstvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991-2017-2030 rr.)*. Kyiv: Ahrama nauka [in Ukrainian]
17. Prokopenko O. (Ed) (2022). *Tvarynnytstvo Ukrainy*. In: *statystychni zbiryky*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian]
18. Rudenko, Ye. V. (2017). *Tekhniko-ekonomichni parametry ta planovalni rishennia rekonstruktsii i novoho budivnytstva molochnykh ferm: dovidnyk*. Kharkiv: Instytut tvarynnytstva Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
19. Sabluk, P. T. (Red.). (2009). *Tekhnolohii ta normatyvy vytrat na vyroshchuvannia kormovykh ta zernofurazhnykh kultur*. Kyiv: Natsionalnyi naukovyi tsentr Instytut ahromoi ekonomiky [in Ukrainian]
20. *Tekhnolohichni karty vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur*. (2009). Kharkiv: Kharkivskiy derzhavnyi tekhnichnyi universytet silskoho gospodarstva [in Ukrainian]
21. Bagg, J. (2022). *Double Cropping Fall Rye for Extra Forage*. Retrieved from: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/fallrye.htm>

22. Ferreira, G., Brown, A. N., Thomason, W. E., & Teutsch, C. D. (2017). *Comparative Nutritional Quality of Winter Crops for Silage*. Retrieved from: <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2023-08/2017-VCE-Winter-Crops-for-Silage-Publication-Overview.pdf>
23. Geren, H. (2014). Dry matter yield and silage quality of some winter cereals harvested at different stages under mediterranean climate conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 197. <https://doi.org/10.17557/tjfc.55884>
24. Dhiman, T. R., Bal, M. A., Wu, Z., Moreira, V. R., Shaver, R. D., Satter, L. D., Shinnars, K. J., & Walgenbach, R. P. (2000). Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83(11), 2521–2528. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75144-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75144-7)
25. John, K. (2019). Bernard Forage Sorghum for Dairy Cattle. Retrieved from: <https://dairy-cattle.extension.org/forage-sorghum-for-dairy-cattle/>
26. Corriher, V. A., Hill, G. M., Bernard, J. K., & Mullinix, B. G. (2010). Performance of finishing steers on corn silage or forage sorghum silage with corn oil supplementation. *The Professional Animal Scientist*, 26(4), 387–392. [https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30619-7](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30619-7)

ORCID

- V. Marchenko  <https://orcid.org/0000-0002-9739-4987>
- O. Trishin  <https://orcid.org/0000-0002-3906-6547>
- E. Chyhrynov  <https://orcid.org/0000-0001-7707-8269>
- S. Drozdov  <https://orcid.org/0000-0003-1255-1937>
- V. Petrash  <https://orcid.org/0000-0001-9114-6117>
- A. Tkachov  <https://orcid.org/0000-0002-6325-4724>
- V. Ponomareva  <https://orcid.org/0000-0003-2835-4938>



2023 Marchenko V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.