

Тимчак С.В., к.с.-г.н.,
директор
ФГ «Агроінновейшн»

Тимчак В.С., к.е.н.,
фінансовий консультант
ФГ «Агроінновейшн»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІННОВАЦІЙНОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Тимчак С.В., Тимчак В.С. Економіко-математична модель інноваційного напрямку використання відходів харчової промисловості. У статті досліджено інноваційний напрям обробки відходів харчової промисловості за допомогою мікронізації, встановлено лінійну багатofакторну модель, яка дає можливість виявити вплив інноваційних і традиційних кормів на величину умовно чистого доходу на 1 ц приросту ВРХ, та спрогнозовано цей показник на майбутні періоди.

Ключові слова: відходи харчової промисловості, кормові ресурси, математична модель, мікронізація, окупність, продуктивність тварин.

Тимчак С.В., Тимчак В.С. Экономико-математическая модель инновационного направления использования отходов пищевой промышленности. В статье исследовано инновационное направление обработки отходов пищевой промышленности с помощью микронизации, установлена линейная многофакторная модель, которая дает возможность выявить влияние инновационных и традиционных кормов на величину условно чистого дохода на 1 ц прироста КРС, и спрогнозирован данный показатель на будущие периоды.

Ключевые слова: отходы пищевой промышленности, кормовые ресурсы, математическая модель, микронизация, окупаемость, продуктивность животных.

Tymchak S.V., Tymchak V.S. Economic and mathematical model of innovative use of food-industry waste. The article studies the innovative way of food-industry waste management through micronization, determines the linear multifactorial model that allows revealing the influence of innovative and traditional feedingstuff on the value of operating net profit per 1 q of cattle, and forecasts this indicator forward.

Key words: food-industry waste, forage resources, mathematical model, micronization, payback, productivity of animals.

Постановка проблеми. Харчова промисловість є найрозвиненішою галуззю матеріального виробництва України і водночас потужним джерелом утворення відходів. У процесі діяльності харчової промисловості переробляється значна кількість сільськогосподарської сировини, переведення якої в кінцеву продукцію не досягає 100%. Так, вихід готової продукції під час переробки насіння соняшника на олію становить у середньому 30%, а цукрового буряка на цукор – не більш ніж 15% від маси вихідної сировини. Величина утворення відходів практично є стабільною стосовно маси використаної сировини [1, с. 12]. Щорічно внаслідок господарської діяльності утворюються критичні обсяги харчових відходів практично у всіх галузях переробної промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практичні аспекти інноваційних напрямів використання відходів як кормів та збільшення на цій основі виробництва продукції тваринництва розглянуто у наукових працях відомих вітчизняних і зарубіжних учених: С. Азізова, В. Андрійчука, А. Бабича,

О. Бугуцького, В. Василенка, В. Галушко, М. Голика, І. Грабчук, О. Зінченка, М. Кісіля, І. Кіщак, О. Коваленко, В. Микитюка, Л. Павловської, О. Симоненко, Б. Твісса, О. Шубравської, О. Шпикуляка, Г. Штанге, В. Юдіної та ін. Незважаючи на значну кількість наукових праць та публікацій, широта і складність порушеної проблеми вимагають продовження наукових досліджень, подальшої конкретизації набутих знань. Недостатньо розроблена експериментальна та теоретико-методична база щодо комплексного використання відходів на галузевому рівні, що спонукає до пошуку інноваційних підходів використання відходів у системі аграрного сектору економіки.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Натепер перелік побічних кормових продуктів переробної промисловості досить великий: соняшниковий, соєвий, ріпаковий, льняний шроти, макухи, висівки, жом, збиране молоко, м'ясо-кісткове борошно, меляса та ін. Але багато відходів харчової промисловості, таких як пивна дробина, спиртова барда, пивні дріжджі, мезга, яблучні вичавки, використовується в незначній

кількості у зв'язку з недостатнім економіко-математичним обґрунтуванням технологічних напрямів їх використання.

Постановка завдання. Мета статті – дослідження ефективності використання відходів харчової промисловості, оброблених за інноваційною технологією мікронізації. Виявлення впливу інноваційних і традиційних кормів на величину умовно чистого доходу на 1 ц приросту ВРХ та прогнозування цього показника на майбутні періоди.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із перспективних напрямів використання відходів харчової промисловості (жом, барда, пивна дробина, яблучні вичавки) є інноваційна технологія їх обробки за допомогою мікронізації [2]. В подальшому оброблені відходи досушують та використовують як сировину для комбікормової, мікробіологічної, фармацевтичної, сільськогосподарської та інших галузей. Ця безвідходна технологія дає змогу зберегти безпечний екологічний стан сільських територій, на яких розташовані підприємства харчової промисловості. Технологічні напрями щодо використання відходів харчової промисловості на основі мікронізації є інноваційним процесом переробки кормів з метою збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва з мінімальними затратами.

Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між застосуванням відходів харчової промисловості та підвищенням продуктивності тварин проведено експериментальний дослід на племзаводі СВК «Зоря» Чернівецької області, Кіцманського району. Для проведення науково-господарського дослід було відібрано 48 голів молодняка ВРХ (24 гол. бичків та 24 гол. теличок) української червоно-рябої молочної породи від 1,0 до 1,5-місячного віку. Зазначений вік тварин для проведення дослід зумовлений фізіологічною потребою високого вмісту сирого протеїну (15–17%) в сухій речовині раціону телят.

Для збалансування раціону за вмістом білкових речовин максимально ефективно підходить суха пивна дробина, яку переробляють на підприємстві ТОВ «Владівок корми» за інноваційною технологією [3, с. 59]. Сушіння пивної дробини забезпечує тривалий термін її зберігання та здешевлює транспортування на великі відстані. За методом пар-аналогів сформовано три піддослідні групи по 16 голів у кожній (8 бичків і 8 телиць). Перша група була контрольною, а друга та третя – дослідними. Тварини контрольної групи отримували традиційні раціони, прийняті в господарстві, які відповідали загальним схемам годівлі з плановими середньодобовими приростами маси тіла молодняка ВРХ 600–800 г. Поголів'ю ВРХ з другої дослідної групи додавали до концентрованих кормів 150 г пивної дробини, а для третьої – 300 г. За хімічним складом три види раціонів відповідали всім нормативним вимогам, що висуваються до годівлі телят. На трьох тваринах із кожної фізіологічної групи провели газоенергетичні

дослідження. За результатами фізіологічних досліджень у піддослідних телят дійшли висновку про те, що найменші непродуктивні витрати та найефективніше використання енергії поживних речовин раціонів було у тварин II–III дослідної групи, які отримували пивну дробину в дозі 150–300 г.

Аналіз отриманих результатів, введення дробини в дозах 150–300 г до раціонів телят II–III дослідних груп сприяло помітному підвищенню приростів живої маси. При цьому абсолютний приріст живої маси тіла телят у розрахунку на одну голову в II-й дослідній групі зріс порівняно з контролем на 6,4 кг, а в III-й – на 9,2 кг. Тобто найвища інтенсивність росту була у телят III-ї дослідної групи зі вмістом в раціоні 300 г пивної дробини.

Економічна ефективність результатів дослідження вказує на те, що абсолютний приріст маси тіла однієї тварини контрольної групи за дослідний період в середньому становив 28,4 кг, тоді як дослідних груп – відповідно 34,8 та 37,6 кг (табл. 1).

Собівартість одержаного приросту тварин у II-й дослідній групі становила 11,01 тис. грн, у III-й – 11,42, проте за рахунок вищих середньодобових приростів собівартість 1 ц приросту була нижчою порівняно з контрольною групою відповідно у II-й – на 354,00 і у III-й – 456,10 грн. Сума прибутку у тварин дослідних груп відповідно становила 3,49 і 4,48 тис. грн, а рівень рентабельності – 20,40 і 28,40 %. Практичне використання сухої дробини показало, що застосування повноцінних збалансованих за білком раціонів телят дає змогу збільшити середньодобові прирости тварин в 1,2–1,4 раза. Прибуток на вкладену гривню становить 3,6–5,4 грн.

Таким чином, оцінювання з економічного погляду застосування сухої дробини свідчить про те, що необхідно перейти на інтенсивний напрям виробництва і застосування кормів із відходів харчової промисловості. Для встановлення взаємозв'язків між застосуванням сухої дробини в раціонах годівлі тварин та їхньою продуктивністю (обсягом виробництва продукції ВРХ на вирощуванні на 1 гол (кг) використали метод статистичних рівнянь залежностей (на прикладі племзаводу СВК «Зоря» Чернівецької області).

Модель статистичного рівняння залежностей має вигляд:

$$Y_{xi} = Y_{\max}(1 - BD_{xi}) \quad (1.1)$$

де, D_{xi} – сукупні поточні значення знаку відхилень всіх факторів від одиниці;

B – сукупний багатofакторний параметр статистичного рівняння залежностей.

У моделі використовувалися такі позначення: результативна ознака – y_i – приріст ВРХ з розрахунку на 1 гол (кг) та факторні – x_{1i} – витрати праці на 1 ц приросту (люд.-год), x_{2i} – витрати кормів на 1 ц приросту (ц к. од), x_{3i} – витрати кормів на 1 голову (ц к. од), x_{4i} – амортизація основних засобів виробництва (тис. грн), x_{5i} – валова енергія раціону (МДж), x_{6i} – вміст сухої дробини (кг).

Таблиця 1

Ефективність використання сухої дробини під час вирощування молодняка ВРХ

Показники	1-ша група тварин	2-га група тварин	3-тя група тварин
Середньодобовий приріст, г	568,00	696,00	752,00
Собівартість одержаного приросту, всього, тис. грн	10,50	11,01	11,42
Собівартість 1 ц приросту, грн	2322,00	1968,00	1865,90
Реалізаційна ціна 1 ц приросту, грн	2610,00	2610,00	2610,00
Вартість приросту за реалізаційними цінами, тис. грн	11,80	14,50	15,90
Прибуток, тис. грн	1,30	3,49	4,48
Рівень рентабельності, %	12,50	20,40	28,40
Одержано додатково приросту, кг	-	1,02	1,47
Вартість додатково одержаного приросту, грн	-	2662,00	3837,00
Вартість додатково згодваного інноваційного корму, грн	-	420,00	840,00
Отримано додатково коштів завдяки застосуванню інноваційного корму, всього, грн	-	2242,00	2997,00
Прибуток на вкладену гривню на придбання інноваційного корму, грн	-	5,40	3,60

Таблиця 2

Вплив факторів на прогнозовану продуктивність ВРХ на племзаводі СВК «Зоря»

Фактор	$\sum e_i $, абс	$\sum e_i $, %	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>K</i>
x_1	81,6	4,01	-0,2462	0,9339	0,6520
x_2	94,2	1,02	5,5447	0,9963	0,6520
x_3	88,5	4,72	6,7403	0,8817	0,5901
x_4	101,6	0,67	-6,0870	0,9965	0,9416
x_5	64,2	3,06	0,0000	0,9640	0,7346
x_6	72,5	3,10	0,0000	0,9628	0,7306

Де, $\sum|e_i|$, абс – сума абсолютного приросту факторів, які введені до моделі, $\sum|e_i|$, % – сума відносного приросту факторів, *B*,

Таблиця 3

Результати зміни прогнозованої продуктивності ВРХ за врахування п'ятого та шостого факторів на племзаводі СВК «Зоря»

Фактор	<i>B</i>	<i>D_x</i>	<i>Y_п</i>	Δ	% до пр.	$\Delta\%$
$x_{1,2,3,4}$	0,256546	16,121	512	–	102,24	-
$x_{1,2,3,4,5}$	0,125894	12,434	466	6	100,70	1,55
$x_{1,2,3,4,6}$	0,129304	29,012	454	12	100,30	1,94
$x_{1,2,3,4,5,6}$	0,082138	37,605	436	29	100,00	22,4

Модель статистичного багатфакторного рівняння залежностей приросту ВРХ з розрахунку на 1 гол (кг) та інноваційного виду корму (сухої дробини) на племзаводі СВК «Зоря» набуде вигляду:

$$Y = 119,2 (1 - 1,567 D_{xn}), \quad (1.2)$$

119,2 кг – жива маса 1 голови після завершення дослідів.

На підставі побудованої моделі маємо прогнозовану продуктивність ВРХ у СВК «Зоря»:

$$Y_{xn} = 119,2 (1 - 1,567 \cdot 112) = 37,6 \text{ кг} \quad (1.3)$$

Вплив кожного із досліджуваних факторів на прогнозований показник на племзаводі СВК «Зоря» наведено у таблиці 2.

На підставі значень параметрів однофакторних статистичних рівнянь залежностей та значення критеріїв, що характеризують їхню якість,

доходимо висновку, що всі фактори мають із показником тісний та дуже стійкий зв'язок. Найбільше значення індексу кореляції та коефіцієнта стійкості зв'язку в однофакторному рівнянні, яке враховує п'ятий фактор – валову енергію корму і шостий – вміст сухої пивної дробини у раціоні годівлі тварин.

Для прогнозування продуктивності ВРХ до 2020 р. розрахуємо вплив інноваційного виду корму на прогнозований показник (табл. 3). Видно, що результат прогнозування показника під час залучення до прогнозування тільки перших чотирьох факторів становить 16 кг/гол; тільки перших п'яти факторів – 12 кг/гол (маємо зміну на 1,55%), перших чотирьох і шостого факторів – 29 кг/гол (порівняно з першим маємо зміну на 1,94%); усіх досліджуваних факторів – 37,6 кг/гол.

Отже, за умови застосування інноваційних компонентів у годівлі молодняка на племзаводі СВК «Зоря» продуктивність тварин зростає на 22,4% до 2020 року. Найбільшу зміну прогнозного значення показника викликає зміна прогнозного значення інноваційного виду корму.

Оскільки корми витрачаються на виробництво продукції скотарства і їхня вартість реалізується через цю продукцію, то розмір чистого доходу від можливого виробництва і реалізації певної продукції скотарства може дати найбільш об'єктивну і комплексну оцінку інноваційного виду корму – сухої дробини. У цьому показнику відображаються вихід кормопротеїнових одиниць з 1 ц традиційних і інноваційних видів кормів та рівень їх собівартості.

Для порівняння кормових ресурсів за ефективністю використання визначаємо кількість яловичини, яку можемо одержати від згодовування традиційних і інноваційних кормів від 1 гол ВРХ. Визначивши грошову оцінку продукції тваринництва, витрат на корми, визначаємо умовно чистий дохід на 1 гол ВРХ.

Розмір умовно чистого доходу під час годівлі ВРХ розраховують за формулою:

$$\text{ЧД} = \text{КПО} / \text{Вк} (\text{Ц} - \text{С}) - \text{Вв}, \quad (1.4)$$

де ЧД – чистий дохід з 1 гол ВРХ, грн; КПО – вихід кормопротеїнових одиниць з 1 ц раціону з додаванням сухої дробини, ц; Вк – витрати кормів на 1 ц відповідної продукції, ц к. од.; Ц – середня ціна реалізації 1 ц продукції тваринництва, грн; С – собівартість 1 ц тваринницької продукції без вартості кормів, грн; Вв – виробничі витрати на 1 ц сухої дробини, грн.

Для прогнозування оцінки використання сухої дробини застосовано лінійну багатофакторну модель:

$$y^{(1)} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad (1.5)$$

Ця математична модель дає можливість виявити вплив інноваційних і традиційних кормів на величину умовно чистого доходу на 1 ц приросту ВРХ

(тобто окупність кормів продукцією тваринництва) та спрогнозувати цей показник на майбутнє.

У модель введено як окремі фактори впливу на умовний чистий дохід за згодовування сухої дробини: x_1 – вихід кормопротеїнових одиниць з 1 ц традиційного раціону, ц; x_2 – вихід кормопротеїнових одиниць з 1 ц раціону за вмістом інноваційного виду корму (сухої дробини), ц; x_3 – витрати кормів на 1 ц відповідної продукції тваринництва за нормативом, ц кормопротеїнових одиниць; x_4 – середня ціна реалізації 1 ц продукції тваринництва, грн; x_5 – собівартість 1 ц продукції тваринництва, грн; за y – умовно чистий дохід за згодовування традиційного раціону і раціону із додаванням інноваційного виду корму (сухої дробини), грн. Упродовж досліджуваного періоду застосування інноваційних кормових ресурсів змінює умовно чистий дохід від виробництва яловичини.

Лінійна багатофакторна модель величини умовно чистого доходу на 1 ц продукції приймає такий вигляд:

$$y = 110,2 - 0,1210 x_1 - 0,1183 x_2 - 0,64 x_3 - 0,2518 x_4 - 0,1810 x_5 \quad (1.6)$$

У результаті вирішення економіко-математичної моделі встановлено, що більший вихід та нижча вартість кормопротеїнових одиниць з 1 ц мікронізованих харчових відходів на майбутнє дасть змогу знизити собівартість 1 ц приросту ВРХ до 1900,18 грн за 1 ц та збільшити умовно чистий дохід з реалізованого 1 ц приросту ВРХ до 45 грн.

Висновки. Одним із перспективних напрямів використання відходів харчової промисловості є інноваційна технологія їх обробки за допомогою мікронізації з подальшим застосуванням у раціонах годівлі ВРХ. Проведені дослідження та розрахунки засвідчують, що додавання сухої дробини до складу раціонів забезпечує оптимізацію живлення тварин, підвищення їхньої продуктивності; зниження собівартості продукції, зростання доходу та рентабельності галузі.

Список літератури:

1. Шунтова С. Г. Організаційно-економічний механізм управління твердими відходами виробництва та споживання продовольчої продукції : Автореф. дис. канд. екон. наук / С. Г. Шунтова; НАН України. Ін-т пробл. ринку та екон.-екол. дослідж. – О., 2006. – 19 с.
2. Пат. 99124 Україна, МПК А23К 1/06 (2006.01). Екологічний енергоресурсозберігаючий спосіб сушіння рідкої пивної дробини / М. В. Гладій, В. П. Славов, В. С. Тимчак, В. Г. Кебко, М. Г. Порхун, А. В. Дідківський. – № 201410531; заявл. 26.09.2014; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 10. – 6 с.
3. Тимчак В. С. Комплексне використання відходів харчової промисловості в умовах інноваційних викликів / В. С. Тимчак // Наук. журн. «Причорноморські економічні студії» м. Одеса. – 2016. – Випуск 10. – С. 57-62.