



УДК 631.3:636.085

RESOURCE-SAVING PRODUCTION OF COMPOUND FEED ON THE FARM**РЕСУРСОЩАДНЕ ВИРОБНИЦТВО КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА****Piskun V.I./Піскун В.І***doctor of agricultural sciences, professor /д.с.з.н, професор*ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0373-9268>*Livestock farming institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Animals 1-A 61026**Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук,
Харків, ул. Тваринників 1-А, 61026***Yatsenko Yu. V. / Яценко Ю.В.***candidate of mechanical sciences t/к.т.н*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3249-0150>*Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
Poltava, vul. Frying pans, 1/3, 36003**Полтавський державний аграрний університет
Полтава, вул. Сковороди, 1/3, 36003***Antonenko S.F. / Антоненко С.Ф.***doctor of agricultural sciences /д.с.з.н*ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4170-7753>*Livestock farming institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Animals 1-A 61026**Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук,
Харків, ул. Тваринників 1-А, 61026***Zolotarov A.P./Золотарьов А.П.***Candidate of Agricultural Sciences/к.с-з.н,*ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7073-4950>*Livestock farming institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Animals 1-A 61026**Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук,
Харків, ул. Тваринників 1-А, 61026***Zolotarova S.A./Золотарьова С.А.,***Candidate of Agricultural Sciences/к.с-х.н,*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7275-5603>*State Biotechnological University, Ukraine, 44, Kharkiv Alchevskikh St., 61002**Державний біотехнологічний університет, Україна вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002***Анотація**

Мета. Розробити та провести апробацію технології виробництва комбікормів в умовах виробництва з визначення основних техніко-економічних показників.

Метод. В основу розробки та досліджень технології виробництва комбікормів покладено системний аналіз як методологію рішення великої проблеми, яка ґрунтується на концепції систем. Дослідження проводилися відповідно галузевого стандарту України «Машини та обладнання для приготування кормів» ГСТУ 46.007-2000. Контрольний компонент при визначенні якості змішування - сіль.

Результати. Розроблено, на основі патентна на корисну модель 38620 Україна, та апробована технологія виробництва комбікормів в умовах виробництва. Продуктивність технології виробництва комбікормів - 2 тони за годину, точність дозування - 0,1 кг, якість змішування - 95,0 %. Використання технології забезпечує знизити питомих капітальних



вкладення на 41,8 %, та питомих виробничих витрати на 32,3 % та отримати річний економічний ефект у розмірі - 29,53 грн/т.

Ключові слова: технологія, продуктивність, точність дозування, якість змішування, питоми витрати.

Вступ.

Комбікорми – основа раціону тварин. Від якості і собівартості комбікормів залежить рентабельність даної галузі в цілому. У зв'язку з різким підвищенням цін на сировину по енергоносії і транспортні перевезення, ціни на комбікорми різко піднялися, а обсяг їхнього виробництва скоротився в 4 рази. Прямі витрати в собівартості заводських комбікормів виросли з 8-10 до 35-40 %, а на енергетику з 0,3 до 6 %. Різко погіршилася якість комбікормів. У зв'язку з цим виробництво комбікормів організовують на комплексах, птахофабриках і фермах. Це дозволяє скоротити витрати на закупівлю сировини, його транспортування, більш раціонально використовувати зернофураж, дорогі БВД, безупинно постачати ферми свіжими комбікормами. Комбікорми, приготовлені безпосередньо в господарстві, у 1,5-2 рази дешевше заводських. Тому їхнє виробництво на фермах і міжгосподарських комбікормових підприємствах стало умовою підвищення рентабельності галузей тваринництва.

Постановка проблеми. Для успішного розвитку галузі тваринництва, подальшого нарощування обсягів продукції необхідно розробляти економічно вигідні системи забезпечення та використання кормових ресурсів. Адже в структурі матеріальних витрат при виробництві тваринницької продукції вони становлять 60 - 70 %. Тому система кормо забезпечення повинна стати однією із провідних галузей аграрного виробництва, що забезпечує повноцінну годівлю тварин [1].

Оптимізація витрат ресурсів особливо актуальна зараз оскільки більшість видів продукції сільськогосподарських підприємств України неконкурентоспроможна, в зв'язку з тим, що ресурсомісткість її у 2 - 3, а то й більше, рази вища, ніж у розвинених країнах Заходу [1 - 2].

Аналіз основних досліджень. Вітчизняні заводи-виробники випускають устаткування для приготування комбікормів, наприклад, ВАТ «Умань-фермаш» - установку малогабаритну комбікормову УМК-Ф-2 [3]. В склад установки входить: чотирьохсекційний бункер з об'ємним дозуванням, дробарку-змішувач, місткості, норії та завантажувальний конвеєр. Недоліком цього обладнання є громіздкість, об'ємне неточне і складне дозування.

ВАТ «Новгород-Волинськсільмаш» розробив установку для виробництва комбікормів ОВК-2 «Комбі». Установка представляє собою п'ятисекційний бункер-дозатор, дробарку та змішувачі, а також завантажувальний та проміжні конвеєри. Недоліком обладнання є складність, наявність об'ємного дозування. Крім того, через відсутність у комплекті обладнання ОВК-2 засобів механізації для допоміжних операцій, виникає необхідність в більшій кількості обслуговуючого персоналу [3].

Мета досліджень - розробити та провести апробацію технології виробництва комбікормів в умовах виробництва з визначення основних техніко-економічних показників.



Матеріали та методика досліджень. В основу розробки та досліджень технології виробництва комбікормів покладено системний аналіз як методологію рішення великої проблеми, яка ґрунтується на концепції систем. Дослідження проводилися відповідно галузевого стандарту України «Машини та обладнання для приготування кормів» ГСТУ 46.007-2000. Контрольний компонент при визначенні якості змішування - сіль. Рівномірність змішування компонентів ($\rho_{зм}$) у відсотках визначали за формулою (3.17) [244]:

$$\rho_{зм} = 100 - V_{\phi}, \quad (3.17)$$

де V_{ϕ} – коефіцієнт варіації фактичного розподілення контрольного компонента у пробах.

$$V_{\phi} = \frac{100}{m_{ср}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - m_{ср})^2}{n-1}}, \quad (3.18)$$

де m_n – значення вмісту ключового компонента у пробах;

n – число відібраних проб;

$m_{ср}$ – середнє значення вмісту ключового компонента у пробах зерноsumіші.

У випадку відхилення фактичної дози уведення контрольного компонента від 1 % показник V_{ϕ} помножували на $\sqrt{n_{\phi}}$, де n_{ϕ} – фактичний і відсотковий вміст контрольного компонента в суміші (одержаний в дослідях).

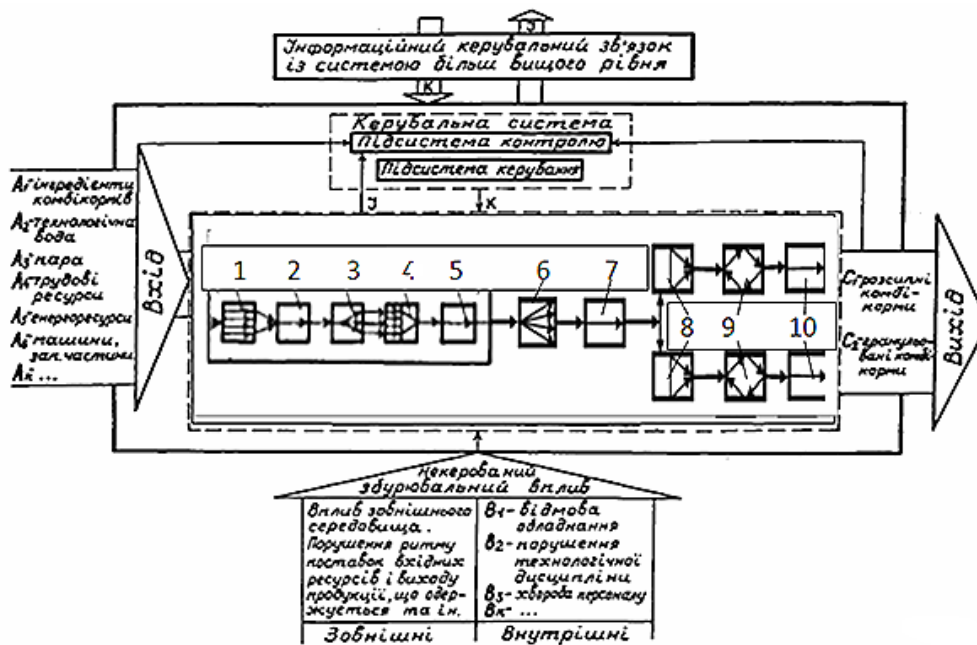
Маса завантаження інгредієнтів комбікормів - 250 кг у відповідності до рецепту комбікормів, решето дробарки з вічком - 3 мм, точність дозування - 0,1 кг, режим змішування: обороти робочого вала змішувача $n=37$ об/хв., час змішування 1 хв.; змішувача з спіральним робочим органом та додатковими 3-ма лопатками.

Обробка результатів експериментів виконувалася із застосуванням стандартних комп'ютерних програм, розроблених на базі математичної статистики.

Результати досліджень. На основі аналізу літератури та досвіду виробництва з урахуванням положень системного аналізу та патент на корисну модель №38620 була розроблена операторна моделі для ліній приготування комбікормів та БВМД в умовах господарств (рис.1).

На основі операторної моделі нами розроблена технологічна схема виробництва комбікормів в умовах виробництва. У відповідності з цими пропозиціями для умов ДПДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН України розроблена технологія виробництва комбікормів продуктивність 2 т/год (рис. 2) [4]. Схемою передбачається подача сировини для виготовлення ком бікормів, яка потребує подрібнення вузлом подачі в наддробарний бункер 3.

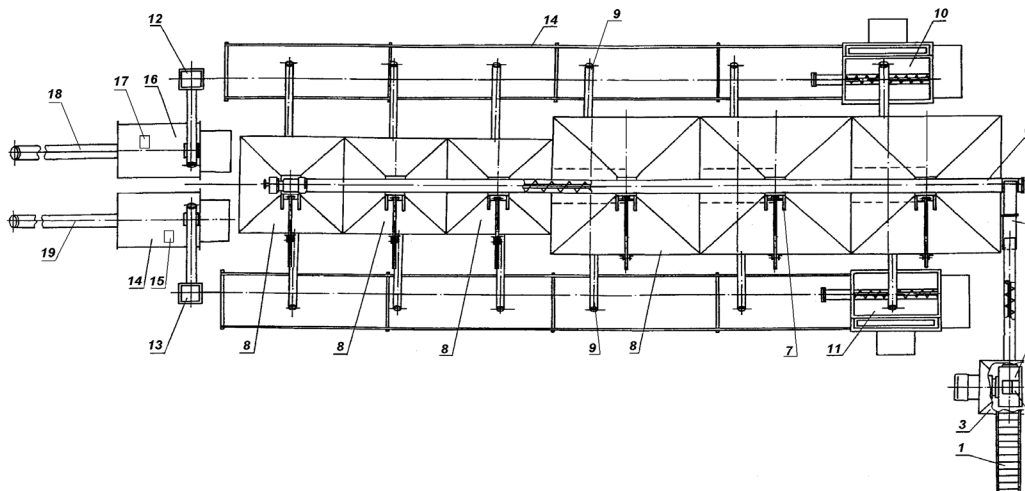
Після подрібнення на дробарці 4 норією 5 інгредієнт подається в розподільний шнек 6 і далі в бункери компонентів 7, 8, 9. Сировина, яка не потребує подрібнення приймається норією та подається безпосередньо в розподільний шнек і далі в відповідні бункери компонентів.



Авторська розробка

Рис 1. Операторна модель:

1-зберігання; 2-транспортування; 3 – накопичення; 4 – подрібнення; 5 – транспортування; 6 – накопичення; 7 – подача подрібнених



Авторська розробка

Рис 2. Схема технологічної лінії приготування комбікормів:

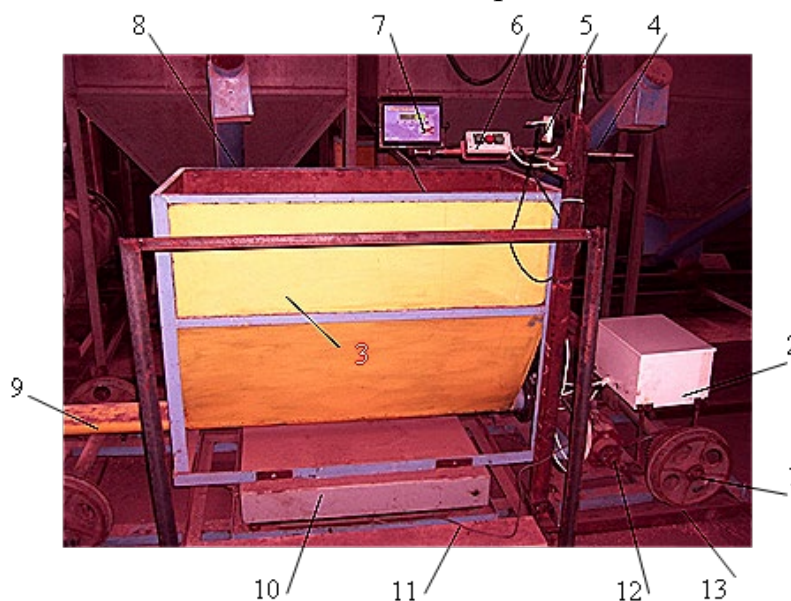
1 - навантажувач зерна; 2 - магнітна пастка; 3 - воронка; 4 - дробарка; 5 - норія; 6 - конвеєр гвинтовий; 7- бункер компонентів БСК-10 з вивантажувальними шнеками; 8, 9 - бункер компонентів ; 10 - бункер БВД; 11 - обладнання дозуюче-накопичувальне пересувне; 12 - шнек навантаження змішувача; 13 - змішувач; 14 - норія НЦГ-10; 15 - патрубок розподільний; 16 - клапан перекидний; 17 - бункер готової продукції БСК-10 з вивантажувальними шнеками; 18 – колія.

Підготовлена сировина у відповідності з рецептом комбікорму або добавки із бункерів компонентів шнеками подається в два дозуючі накопичувальні пристрої 11(саморухомі вагові дозатори). Після набирання порції інгредієнтів



комбікормів в дозатори, вони пересуваються до шнеків завантаження змішувачів 13 і відбувається вивантаження цих порцій у відповідний змішувач. Важко дозуєма сировина, яка входить до складу комбікормів або добавок (монокальцій фосфат, сіль, крейда та ін.) відважуються вручну і вносяться безпосередньо при завантаженні змішувачів. Готовий продукт після змішування використовується для годівлі відповідних статевих-вікових груп тварин (комбікорм).

На основі біоенергетичної оцінки було визначено доцільність застосування конкретного типу дробарок. По питомих сукупних витратах енергії дробарки розташовувалися в такій послідовності: «Харків'янка», «ДЗ-3», «АТДМ2Р», «КД-2» та «Д-2». Причому питомі сукупні витрати енергії дробарки «Д-2», по відношенню до вище перелічених типів дробарок зростають на 49,19 %, 40,30 %, 35,20 % та 14,40 % відповідно. Тому для комплектації технологічної лінії вибрали дробарки типу «Харків'янка». Був розроблений та виготовлений вагових дозаторів, які забезпечує вивантаження компонентів сировини в одному напрямку. Його загальний вигляд показано на рис.3.



Авторська розробка

Рис 3. Загальний вигляд вагового дозатора з тензодатчиком (захисний кожух електроприводів не установлений):

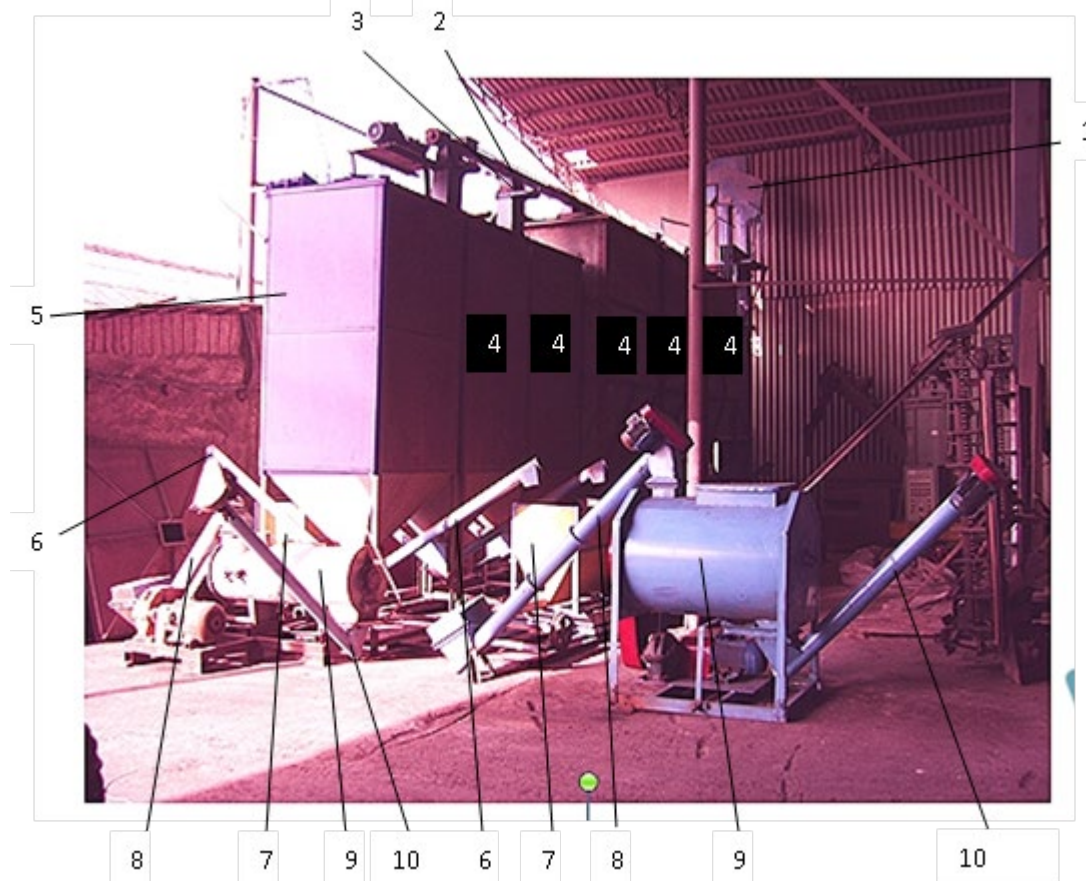
1 - візок; 2 - пуско - захисна апаратура електроприводів; 3 - бункер; 4, 8 - шнеки завантаження інгредієнтів комбікормів; 5 - розетка підключення живлення; 6 - пульт керування; 7 - блок управління та індикації тензодатчиків; 9 - шнек розгрузки вагового дозатора; 10 - платформа тензодатчиків; 11 - платформа оператора; 12 - привід візка; 13- рельси.

Загальний вигляд технологічної лінії наведено на рис.4.

Проведена виробнича перевірка технології виробництва комбікормів в умовах господарства показала: модуль помелу комбікорму склав 2,3-2,4 мм, продуктивність вивантажувальних шнеків з бункерів інгредієнтів комбікормів склала $-5,0 \pm 0,06$ тон за годину; витрати часу на дозування інгредієнтів комбікормів для підготовки порції для змішування - $4, 2 \pm 0,17$ хв; точність



дозування інгредієнтів комбікормів ваговим дозатором з тензодатчиками - 0,1 кг, витрати часу на вивантаження інгредієнтів комбікормів вагою 250 кг. із вагового дозатора в змішувач об'ємом 0,54 м³ склав 1,7 ±0,06 хв. Якість змішування - 95 % при використанні в дробарці сит з вічком діаметром 3 мм, обертах робочого валу змішування 37 об/хв з трьома додатковими лопатками та часу змішування 1 хв. Час на вивантаження комбікормів із змішувача склав 2,8 ±0,09 хв. Продуктивність по технології з гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням двох вагових дозаторів та двох змішувачів склала 2 т.



Авторська розробка

Рис 4. Загальний вигляд лінії по виробництву комбікормів:

1 – норія; 2 – шнек розподільний; 3 – засувка ; 4 – бункери інгредієнтів комбікормів; 5 - бункер БВМД; 6 – вивантажувальні шнеки інгредієнтів комбікормів; 7 – пересувні вагові дозатори; 8 – завантажувальні шнеки; 9 – змішувачі; 10 - вивантажувальні шнеки готового комбікорму

Продуктивність по технології з гнучкими зв'язками та ваговим дозатором, який забезпечує вивантаження компонентів сировини в двох протилежних напрямках і навантаженим резервуванням двох змішувачів склала 2,307 т.

На основі отриманих даних в умовах виробництва провели багатокритеріальний аналіз, за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі [228], по технологіях продуктивністю 2 т із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів і продуктивністю 2 т із навантаженим резервуванням змішувачів. Результати аналізу наведених даних в таблиці 1.



Таблиця 1 - Порівняльна оцінка нормованих показників технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками продуктивністю 2 т за а.с.р.

Технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками	Q, т/год	Питома металоємність т/т	Установлена потужність, кВт год /т	Коефіцієнт готовності	Питома складність	Σ значень показників	$N(C_k)$
продуктивністю 2 т із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів	1	1,031	1,098	1	1,842	6,138	0,2276
продуктивністю 2 т із навантаженим резервуванням змішувачів	1	1	1	1,028	1	5,028	0,0056
Ідеальний варіант	1	1	1	1	1	5	0

Результати проведеного порівняльного аналізу технологій виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками в умовах господарства за комплексним показником ефективності кожного із альтернативних варіантів $N(C_k)$ у порівнянні з ідеалізованим дають змогу відзначити суттєву перевагу технології продуктивністю 2,307 т із навантаженим резервуванням змішувачів, для якої цільова функція за розглянутими критеріями є меншою і становить 0,0056 при тому, що цільова функція технології продуктивністю 2 т із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів гірша в 40,7 рази.

Використання запропонованої технології виробництва комбікормів в умовах господарства дає змогу знизити питомі капітальні вкладення на 1 тону виробленого комбікорму на 40,93 грн. або на 41,8 %, а витрати на переробку сировини на 12,02 грн. або на 32,3 % та отримати річний економічний ефект у розмірі - 29,53 грн/т. в порівнянні з базовим варіантом.

Висновок

Використання запропонованої технології виробництва комбікормів в умовах господарства забезпечує продуктивність 2 т/год, якість змішування - 95,0 % та дозволяє знизити питомі капітальні вкладення на виробництво однієї тонни комбікормів на 41,8 %, а питомі витрати на переробку сировини на 12,02 грн. або на 32,3 % і отримати річний економічний ефект у розмірі - 29,53 грн/т.

Література

1. Богданова Г.О., Славова В.П. Вітвіцького В. В. Методологія економіко-екологічного оцінювання кормових ресурсів для визначення їх ефективності та нормативів заготівлі/ За ред. Г.О. Богданова. Київ.: НДІ «Укragenoproductivnist», 2007. 73 с.



2. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль, 2001. 975 с.
3. Корилкевич І. Нове обладнання для виробництва комбікормів ОВК-2 «КОМБІ». *Техніка АПК*. 2003. №3. С. 20-21.
4. Пат. на корисну модель 38620 Україна, МПК А 23 N 17/00. Лінія по виробництву комбікормів та білкововітамінно-мінеральних добавок (БВМД)/ Піскун В.І.; Яценко Ю.В., Яценко Л.І. Інститут тваринництва УААН. - № u 200809188; Заявл. 14.07.2008; Опубл. 12.01.2009, Бюл. №1.
5. Піскун В.І., ЯценкоЮ.В., ЯценкоЮ.Ю. Концепція оптимізації технологічних рішень виробництва продукції сільського господарства. *Modern engineering and innovative technologies*. 2020. Is. 12. Part 1, P. 5–12.

Abstract

Purpose. To develop and test the technology of compound feed production in production conditions to determine the main technical and economic indicators.

Method. The development and research of compound feed production technology is based on system analysis as a methodology for solving a large problem, which is based on the concept of systems. The research was carried out in accordance with the industry standard of Ukraine "Machines and equipment for the preparation of feed" GSTU 46.007-2000. The control component in determining the quality of mixing is salt.

Results. On the basis of the patent for utility model 38620 Ukraine, the technology for the production of compound feed in production conditions has been developed. The productivity of compound feed production technology is 2 tons per hour, the dosing accuracy is 0.1 kg, the mixing quality is 95.0%. The use of the technology provides to reduce specific capital investments by 41.8% and specific production costs by 32.3% and to obtain an annual economic effect in the amount of 29.53 UAH/t.

Keywords: technology, productivity, dosing accuracy, mixing quality, unit costs