УДК 636.087 https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.1.2022.111-122

КОРМОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ТВАРИННИЦТВА

І. А. Шевченко
Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, вул. Інститутська, 1, м. Запоріжжя, 70417, Україна

У матеріалі розглянуто базові підходи щодо кормового забезпечення органічного тваринництва та представлено аналіз технологій виробництва білково-вітамінних кормових добавок із обґрунтуванням перспективності диспергаційно-кавітаційного обробітку рослинної сировини. Визначено, що одним із основних резервів білка, комплексу вітамінів і біологічно активних речовин для годівлі сільськогосподарських тварин є зелена маса трав, за рахунок раціонального використання якої можна вирішити практично повністю проблему забезпечення сільськогосподарських тварин і птиці білком (протеїном). В плані технічного забезпечення виконання технологічного процесу приготування кормів і кормових добавок на основі кавітаційно-диспергаційної технології виконано аналіз технічних рішень щодо реалізації технології з урахуванням специфіки рослинної біомаси.

У результаті досліджень встановлено, що збільшення і зменшення потужності диспергатора, а також температури кормосуміші відбувається за законом експоненти. Зростання температури в процесі диспергації за рахунок присутності явища кавітації відбувається від початкової (вода) 18,9º С до 64 ºС за 105 хв. Сумарні витрати енергії за годину обробки - 4293 Вт/рік. Питомі витрати енергії на 1 кг БВД (суміші) – 0,061 кВт·рік/кг. Орієнтовна сумарна вартість 1 кг кормосуміші з урахуванням витрат на сировину (0,6-0,9 грн/кг) і втрат енергії (0,174 грн/кг) складає 0,75-1,08 грн.

Ключові слова: *кормовий білок, технології, фракціонування, кормова добавка, засвоюваність корму, енергоощадне виробництво, рослинна сировина, кавітація.*

Вступ. Органічне сільське господарство ведеться майже в усіх країнах світу, а частка господарств, що обирають органічний спосіб виробництва, постійно зростає. Ринок цих товарів також розвивається швидкими темпами, причому не лише в Європі, Північній Америці та Японії (найбільших ринках збуту), але й в країнах, що розвиваються. Але коріння органічного господарства розташовані в Європі, де розвиток цього ринку підтримується на законодавчому рівні, а також завдяки наявності розвинутої бази постачальників і споживачів, котрі високо цінують екологічні й соціальні переваги органічного сільського господарства.

В світі більше 30 млн. га сертифікованих органічних ґрунтів, а споживання органічних продуктів вже вийшло за 40 млрд. дол. на рік. Попит на екологічну їжу щороку зростає на 10-12 %. У Євросоюзі – більше 7 млн. сертифікованих га. В Україні – більше 270 тис. га і за цим показником наша держава займала у Європі друге місце після Чехії, але нас обійшла Польща. Зараз в Україні більше 120 органічних сільськогосподарських підприємства, а наприклад у Германії – більше 17000. Органічні господарства вже існують по всій Україні – це й Південь, і Східна Україна, і її Західна частина (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Вінницька, Тернопільська, Житомирська області).

В основному, в Україні на органічні методи переходили великі сільгосппідприємства, яким пощастило з територіальним розміщенням в екологічно чистих зонах за рівнем забруднення шкідливими речовинами: пестицидами, радіонуклідами, важкими металами тощо (рис. 1).

Крім того ці підприємства мали можливість відправляти продукцію на експорт. У теперішній час з'являються й невеликі фермерські господарства, які спеціалізуються на виробництві органічної продукції, причому орієнтуються вже, як правило, не на експорт, а на внутрішній ринок.

Основою органічного тваринництва є корми – першооснова, головна передумова функціонування і розвитку визначеної галузі.

Інформація про автора:
Шевченко Ігор Аркадійович, *доктор с.-г. наук, професор,* e-mail: shevchenko9985@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8829-3148

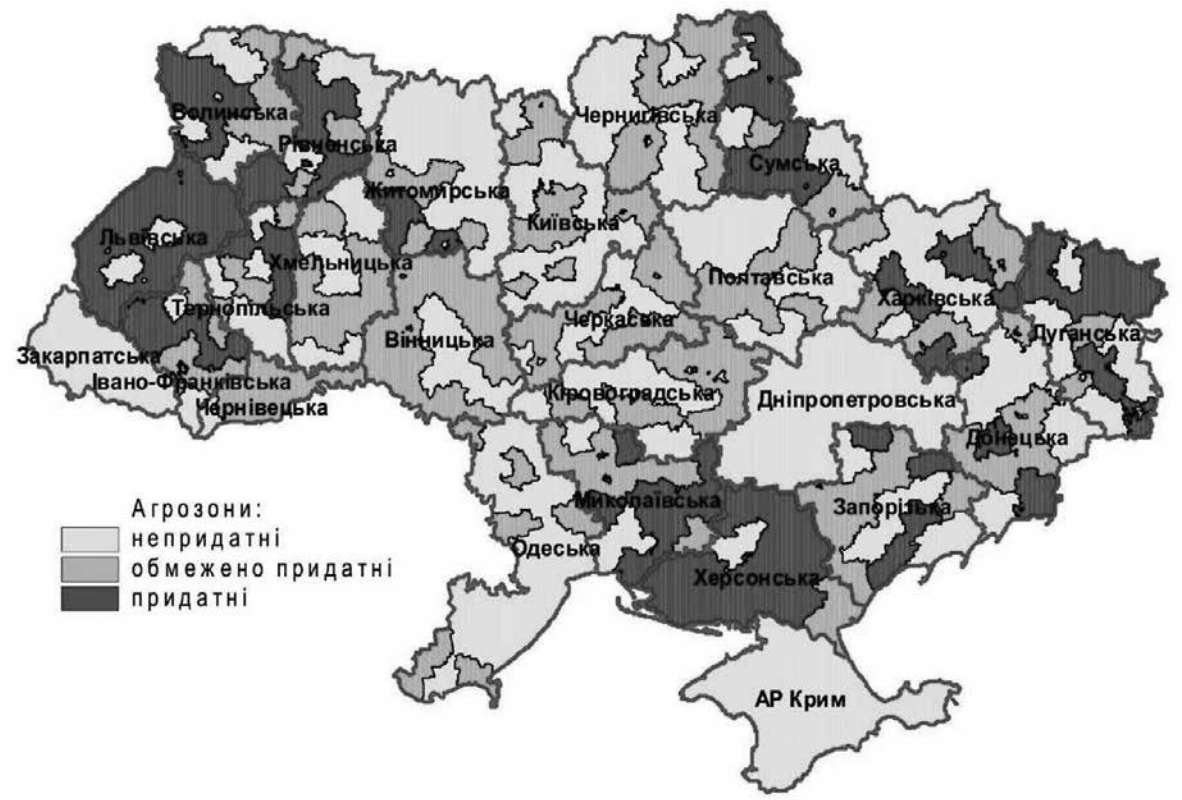


Рис. 1. ***Карта придатності території України для вирощування екологічно чистої продукції (за даними аналізу еколого-токсичного стану орних земель України Інституту агрохімії і ґрунтознавства НААН)***

Дефіцит органічних кормів призводить до незбалансованості раціонів годування, втратам розрахункового виходу продукції та підвищенню собівартості приросту живої маси. Наприклад, в структурі собівартості свинини найбільшу частку складають витрати на корми (до 80 %). Білок був і залишається найдорожчим інгредієнтом у кормах тварин: його вартість у системі раціонів перевищує 70% загальної вартості поживних речовин. Нестача поживних речовин, особливо білку, а також вітамінів, макро- та мікроелементів, спричиняє зниження приростів, збільшення строків відгодівлі, перевитрату кормів і, як наслідок, собівартість вітчизняної тваринницької продукції вища, ніж в країнах ЄС.

Для реалізації продуктивного потенціалу тварин поставлено задачу зменшення в комбікормах зернових компонентів і підвищення частки продукті в переробки, виробництва багаторічних трав, а також доведення загального обсягу заготівлі кормів у 2022 році до 20-22 млн. тонн кормових одиниць із вмістом не менше 105-107 г перетравного протеїну на одну кормову одиницю.

Аналіз технологічних рішень щодо переробки зеленої маси кормових трав з метою виробництва білково-вітамінних кормових добавок свідчить, що зелена рослинна біомаса кормових трав є єдиним, найбільш доцільним джерелом природних біохімічних компонентів органічного походження для годівлі сільськогосподарських тварин, містить значні запаси (особливо бобові культури) білка, який на сьогоднішній день є дефіцитним в раціонах годівлі тварин.

Проблема виробництва кормового білка залишається невирішеною, його дефіцит складає 28-35 %. Це призводить до перевитрат кормів (до 30-34 %), недоодержання тваринницької продукції, зростання її собівартості (в 1,3-1,5 рази), зниження конкурентоспроможності в умовах ринкової системи господарювання.

На сьогодні в більшості господарств вирощують малопоживні, незбалансовані рослинні корми. В середньому по господарствах України вміст протеїну в раціонах не перевищує 85-90 г, а в деяких районах - 55-65 г/корм. од. замість 110-115 г за зоотехнічною нормою [1].

Наявність в годівлі тварин повноцінних раціонів на основі екологічно чистих кормів

є основою для виробництва органічної (екологічно чистої) продукції для харчування населення.

Існує високий ступінь кореляції між середньорічним рівнем білка в раціоні і продуктивністю тварин. Так, із збільшенням концентрації білка в раціоні з 11-12 до 15-16 % удій на фуражну корову автоматично зростає з 2238 до 4250 л молока, а середньодобові прирости — з 551 до 718 г [2].

За рахунок раціонального використання зеленої маси, що е одним із основних резервів білка, комплексу вітамінів і біологічно активних речовин для годівлі сільськогосподарських тварин, можна вирішити практично повністю проблему забезпечення сільськогосподарських тварин і птиці білком (протеїном).

З урожаєм зеленої маси конюшини і люцерни можна отримати 15-20 ц протеїну з гектара, тоді як зернові культури дають тільки 3-7 ц. Багаторічні бобові трави е важливим джерелом виробництва високобілкових кормів для сільськогосподарських тварин. При їх обробітку забезпечується отримання до 1,5-2,0 і більше тонн протеїну з 1 га.

На даний час до 25-50 % протеїну і інших поживних речовин, що містяться в зеленій масі трав, безповоротно втрачається в процесі заготівлі сіна, сінажу, силосу. Через високий вміст клітковини (25-30 % в сухій речовині) зелена маса трав в дуже обмежених кількостях використовується в раціонах свиней і птахів [3].

Біологічною наукою встановлено, що обґрунтовані і неминучі втрати поживних речовин при заготівлі кормів з трав складають 6-8 %. Проте жодна з традиційних технологій, за виключенням приготування трав'яної муки, цим вимогам не відповідає.

Мета. Обґрунтування технологічних основ створення високоефективної, енергощадної технології та технічних засобів виробництва високопоживної, вологої кормової органічної добавки на основі широкого спектру компонентів рослинного походження диспергаційно-кавітаційним методом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед технологій заготівлі кормів із зеленої маси трав можна виділити три основні: сушіння трав з виробництвом трав'яного борошна, сухе фракціонування листостеблової маси рослин з метою одержання високобілкового сухого білково-вітамінного концентрату з окремо виділеної листової маси, та вологе фракціонування з одержанням високобілкового безклітковинного концентрату (протеїновий зелений концентрат - ПЗК) (рис. 2).

Порівняння технологій виробництва білково-вітамінних концентратів за розподілом поживних речовин, втратам їх в процесі виробництва і збереження, а також за основними затратами на виробництво, свідчить про відмінність їх за перерозподілом поживних речовин і, зокрема білка.

В трав'яному борошні вміст протеїну складає 15-22 %, дещо вищий вміст протеїну в листовій фракції сухого фракціонування — до 28 %, і до 45-65 % в протеїновій зеленій пасті, одержаній за технологією вологого фракціонування. Але маса одержаних продуктів, як білкових концентратів, вирізняється: з 1 тонни зеленої маси можна одержати до 190 кг трав'яного борошна, а з листової фракції — до 95 кг, тоді як ПЗК — біля 35 кг/т.

При заготівлі сіна польової сушки втрати поживних речовин досягають 55 %, при заготівлі і зберіганні силосу і сінажу - 30 %, приготуванні трав'яного борошна не перевищує 10 %, проте втрати каротину при зберіганні можуть досягати 50 % [4] (табл. 1).

Консервація трав за допомогою штучної сушки сприяє підвищенню збору поживних речовин з 1 га ріллі в порівнянні з сіном на 20-25 %. Але якщо врахувати, що втрати в кормах штучної сушки при зберіганні протягом 8-10 міс. не перевищують 4-6 %, то сумарний вихід з 1 га площі землі найбільш цінних поживних речовин, які доведені до годівниць тварин, буде на 40-50 % вище, ніж при заготівлі сіна [5].

Трав'яну муку широко застосовують для годівлі свиней і птахів, в основному як джерело вітамінів і повноцінного білка, а також макро- і мікроелементів й сирої клітковини (більше 20 %). Наприклад, в 1 кг трав'яного борошна з люцерни міститься 119 г перетравного протеїну, 10,6 г лізину, 200 міліграм каротину, 17,3 г кальцію і інших речовин. Перетравність органічних речовин складає в середньому 62 %, протеїну - 64, жиру -

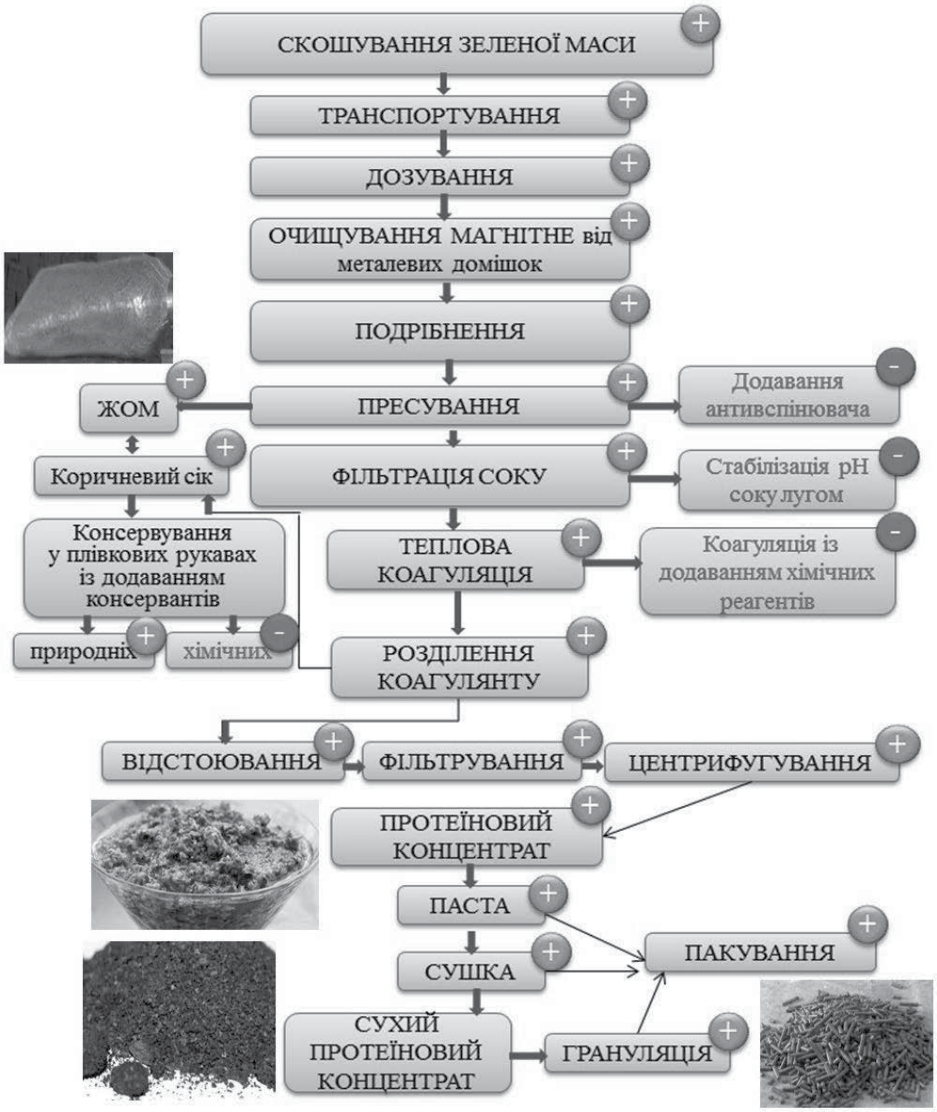


Рис. 2. ***Безвідходна «органічна» технологія переробки рослинної біомаси на ПЗК.***

Таблиця 1. ***Втрати поживних речовин в технологіях виробництва концентратів із зеленої маси трав***

Технологія виробництва	Поживність 1 кг кормів			Втрати поживних речовин при виробництві і зберіганні
	Кормові одиниці	Перетравний протеїн, г	Каротин, мг	
Заготівля сіна польового сушіння	0,42	40-45	8-10	до 55 % (25 % сухої речовини; 30 % ЕКО)
Заготівля сіна штучного сушіння	0,45-0,58	50-60г	30-35	4-6 %
Заготівля і зберігання силосу і сінажу	0,2	14		30 %
Заготівля листової фракції з трав	0,73	180	до 400	6-10 %
Виробництво трав'яної муки	0,85	100-140	180-250	6 -10 % за 8-10 міс ; каротину - 40-50 % ;
Виробництво протеїнового концентрату за технологією вологого фракціонування	0,8	380-400	500	механічні втрати не > 0,5 % при віджиму соку ; допустимі втрати скоагульованого соку не > 10 %
Виробництво зеленої пасти шляхом кавітаційно-диспергаційної обробки	0,9	250	до 250	механічні втрати не > 0,5 %

55, клітковина - 57 і БЕВ - 66 % [6].

Технологічна схема процесу виробництва трав'яного борошна (сухий трав'яний концентрат) складається з ряду технологічних операцій, найбільш енергоємним з яких є процес сушіння. Для приготування 1 тонни трав'яної муки необхідно витратити біля 300 кг рідкого палива. Тому, на сьогоднішній день виробництво трав'яного борошна практично зупинене.

З метою підвищення якості трав'яного борошна за вмістом сирого протеїну і вітамінів зі зниженням сирої клітковини і золи використовують технології видалення з маси перед пп сушінням основної кількості стебел (сухе фракціонування/сепарація), що мають низьку кормову цінність [7].

Видалення з трави клітковини або, іншими словами, виділення вмісту рослинних кліток (вологе фракціонування кормів, дає можливість отримати корм багатий не тільки білком (30-40 % в сухій речовині), але і такими біологічно активними речовинами, як вітаміни, каротин (до 500 міліграм/кг), ксантофіл, ліпоїди (8-12 %). Вміст клітковини в такому кормі складає всього 2-5 %, що дозволяє широко застосовувати його в раціонах телят, свиней, птахів. Результати досліджень в нашій країні і за кордоном показують доцільність заміни в раціонах сільськогосподарських тварин до 50 % соєвого шроту, рибного, м'ясо-кісткового борошна, сухих молочних відвійок білковим концентратом (пастою), який виготовлено з трав'яного соку. Визначення біологічної цінності білкового концентрату із зеленої маси, показало, що в раціони свиней, птахів, телят можна вводити 20-30 % протеїну трав, забезпечуючи пх високу продуктивність та позитивний вплив на здоров'я і розвиток тварин [8, 9]. Суть вологого фракціонування полягає в розділенні корму за допомогою механічних засобів на дві фракції: клітинний сік і частково зневоднену масу – жом. При механічному зневодненні зелених рослин за допомогою віджимання на пресах, центрифугах і іншому устаткуванні видаляється до 40...50 % вологи, що міститься в них. Проте разом з соком рослин виділяється значна кількість вітамінів. Тому технологія механічного обезводнення разом з віджиманням соку передбачає переробку як соку, так і жому (рис. 2). Багатостадійність, складність технології вологого фракціонування — це ті причини, через які технологія не знайшла у свій час, широкого застосування.

Одним із альтернативних напрямів переробки нативної зеленої маси кормових трав (люцерна, амарант, сильфій пронизанолистий, свербига східна, мальва кучерява та ін.) є економна і відносно проста технологія і спосіб одержання пастоподібного білково-вітамінного трав'яного корму – білково-вітамінної трав'яної пасти (БВТП), яка може слугувати замінником трав'яного борошна із зниженим вмістом клітковини і підвищеним — протеїнів і біологічно активних речовин (рис. 3).

Відповідно із зростанням частки білка в концентратах, одержаних за різними технологіями, зростають складність і енергоємність технологій (табл. 2).

Таблиця 2. ***Ефективність виробництва концентратів з зеленої маси трав***

Трав'яна мука	Листова фракція	Протеїновий зелений концентрат	Білково-вітамінна зелена паста
Витрати рідкого палива 200-350 кг/т сухого продукту (до 60 кг р.п. або 700 м3 газу на 1т зеленої маси); Вартість палива не менше 80-90 % від загальної вартості на виробництво білково-вітамінної травяної муки	Зниження енерговитрат більш ніж на 38-53 % / к. о., на 37-52 % / сир. протеїн	Підвищення виходу повноцінного протеїну з 1 га в 1,7 рази. Витрати енергії на переробку ЗМ 8-10 кВт, Строк окупності кап.вкладень 2 роки	Енергоємність виробництва – до 0,05 кВт.год/кг; Скорочення затрат праці - 2-2,5 разу; Матеріаломісткість процесу – до 0,45 кг.год/кг; Зниження витрат кормів - 7-10 %; Зниження прямих витрат на годівлю 25 %; Зниження собівартості продукції – 27 %;



Рис. 3. ***Технологічна схема виробництва білково-вітамінної трав'яної пасти (БВТП).***

Останнім часом, завдяки пошуку нових технічних і технологічних рішень щодо економії енергоресурсів, зменшення втрат біологічної цінності рослинної сировини, а також вивченню наукових основ дії дезінтегрованих компонентів біосировини на показники життєзабезпечення тварин, набувають значного розповсюдження в сільськогосподарському виробництві технології, що базуються на підготовці кормової сировини на принципі диспергації і кавітації [10, 11, 12].

Свого часу розробниками технології виробництва ПЗК було висловлено припущення щодо застосування ефекту кавітації при підготовці сировини до більш повного виділення білкової компоненти. Спосіб включав дезінтеграцію зеленої маси до пульпоподібного стану, введення в процесі дезінтеграції коагулянту і консерванту, порційну подачу продукту в сховище з подальшою витримкою кожної порції до осадження протеїнової пасти і видалення коричневого соку (рис. 3). Таким способом залучається в переробку і підвищується вміст протеїну в пастоподібному продукті за рахунок використання тієї його частини (до 70 % протеїну), яка при розділенні на зелений сік і жом залишається в останньому.

Спрощення технологічного процесу, зниження втрат поживних речовин і енерговитрат при даній обробці досягається тим, що дезінтеграція зеленої маси проводиться до пульпоподібного стану без подальшого розділення на жом і зелений сік при максимально можливому руйнуванні клітин рослин. Зелена маса переводиться в стан дрібнодисперсного двофазного середовища, що складається із зруйнованих клітинних оболонок і клітинного (зеленого) соку, що створює умови для більш повнішої і ефективнішої екстракції розчинних білків і біологічно активних речовин.

Аналіз показує, що основним технологічним ефектом всіх технологій виробництва БВТП кавітаційно-диспергайним методом є одержання якнайменш дрібнодисперсної емульсії (пульпи) з зеленої фітомаси. Це в свою чергу забезпечує наступні ефекти:

- руйнування клітинних оболонок;
- підвищення екстракції розчинних білків і біологічно активних речовин;
- підвищення дії коагулюючих факторів;
- руйнування клітковини;
- підвищення біологічної цінності і засвоюваності трав'яного корму;

- спрощення технологічного процесу виробництва білково-вітамінного трав'яного корму;
- зменшення втрат поживних речовин;
- зниження енерговитрат при виробництві білково-вітамінного трав'яного корму;
- підвищення вмісту протеїну за рахунок білків жомової частини (до 70%);
- позбавлення від жому і необхідності його переробки;
- максимальне екстрагування компонентів із зруйнованої клітковини.

Безпосереднє згодовування тваринам зелених кормів е доцільним заходом лише обмежений період року, а також обмежений в часі використання через дію живої ферментної системи рослин, яка продовжує працювати в період після скошування, реагуючи на ефект порушення ритміки функціонування, що характерно для систем захисту від переривань закономірних етапів фізіологічного росту рослин.

Природні втрати поживних речовин зеленої маси кормів в залежності від способів і термінів подальшої переробки становлять від 6 до 50 %. До того ж треба ураховувати, що ці втрати продовжують примножуватися в організмі тварин. Відомо, що в процесі трансформації в організмі тварин при одержанні молока, яєць і м'яса втрати білка найвищі і складають 82-92 %. Такий низький к. к. д. такого «біоустаткування», як домашні тварини, призводить до колосальних втрат рослинної продукції фотосинтезу.

Цей факт свідчить про необхідність створення таких систем переробки рослинної біомаси і раціонів годівлі, які б сприяли найбільшій засвоюваності елементів живлення. Одним із таких заходів щодо підвищення засвоюваності і є процес розкладання (біодеградації) високомолекулярних сполук органічних компонентів рослин (білків, жирів, вуглеводів, клітковини) на низькомолекулярні складові хімічного складу.

Кавітаційний метод є одним із сучасних перспективних методів переробки рослинних кормових матеріалів, який забезпечує щадну дезінтеграцію високомолекулярних сполук природних компонентів рослин в елементи низькомолекулярних сполук, що мають високу засвоюваність в організмі тварин. З різним успіхом цей метод набув застосування і в технологіях підготовки кормів [14].

Принцип кавітаційної переробки кормових компонентів використовували багато розробників техніки і, так званих, нових технологій кормоприготування.

В Україні ці дослідження, пов'язані із створенням і випробовуванням кормоприготувальних агрегатів серіп АКГСМ «Мрія», в Росії - роторно-пульсаційних апаратів для одержання кормових добавок з амаранту та інших зернових матеріалів [15].

Створений в Україні агрегат кормоприготувальний серіп АКГСМ призначений для приготування ферментованих гомогенних кормових сумішей із зернових культур і комбікормів у водному середовищі при співвідношенні води до зернової суміші: для свиней 2:1, а при високій клейковині 2,5:1, для ВРХ 3:1 не втрачаючи енергетичної цінності кормів [16].

Принцип приготування легкозасвоюваного, легкого для шлунково-кишкового тракту ферментованого корму полягає в тому, що завдяки спеціальній конструкції агрегату, в гідромлині-змішувачі відбуваються процеси ферментації і гомогенізації корму, за рахунок тиску і розширення з великою частотою, періодичною вакуумізацією багатократних процесів подрібнення зернових і утворення колоїдної фракції з в'язкістю, що росте, і одночасним підвищенням температури від температури вхідного продукту на +10 °С -15 °С.

Аналіз патентно-інформаційних джерел щодо технологій приготування кормів і кормових добавок свідчить, що вони базуються у всіх випадках на однакових біохімічних ефектах, що виникають при застосуванні техніки для «гомогенізації-диспергації-кавітації». Більшість опублікованих даних з цього питання стосуються переважно обробки зернових матеріалів, біохімічною і поживною основою яких е вуглеводна складова.

Складність гомогенізації-диспергації зеленої рослинної біомаси, тобто перетворення її в пульпоподібну масу для одержання концентрату трав'яної пасти, стикається зі складністю руйнування целлюлозно-лігнінового комплексу, який має свою поживну цінність, але потребує відповідних перетворень, щоб стати більш доступним для засвоєння і перетравлення тваринами.

В процесі кавітаційної переробки відбувається часткове руйнування клітковини і целюлози, розщеплювання білка до амінокислот і олігопептидів, які всмоктуються в кров, минаючи ферментативну систему тварини. При переробці зернових матеріалів крохмальні зерна перетворюються в цукри, відбувається емульгація жиру, створюються стійкі з'єднання молекул поживних речовин з молекулами води (рис. 4).

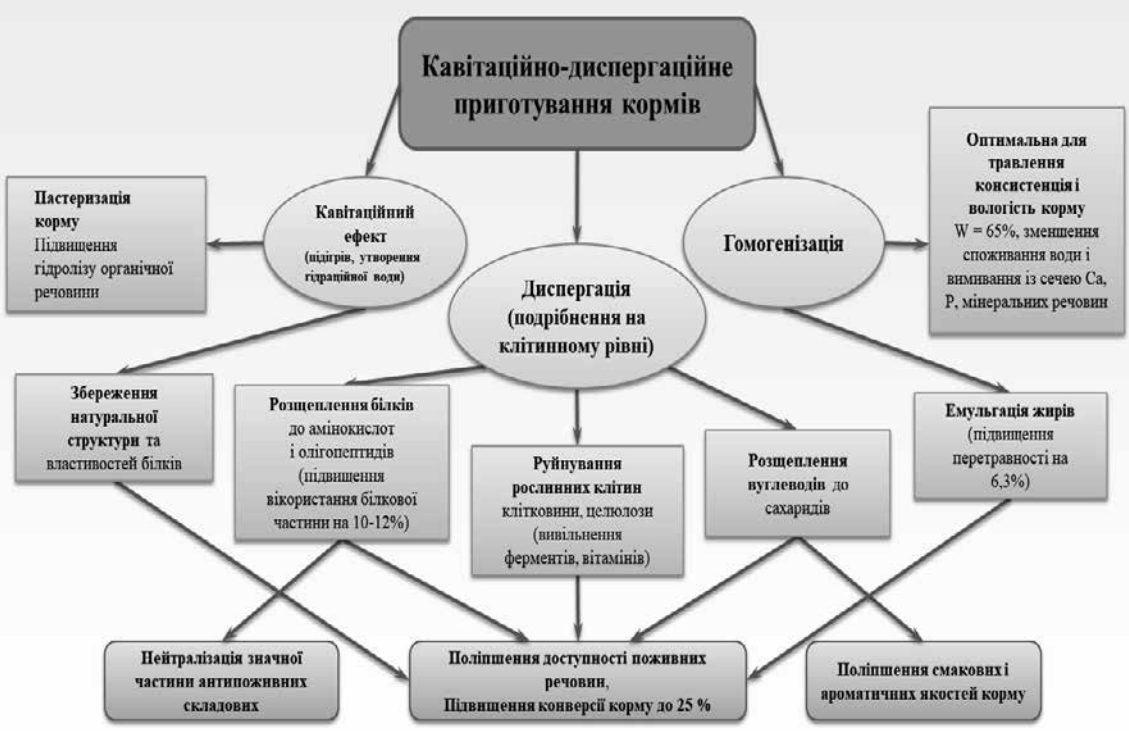


Рис. 4. ***Схема біохімічних перетворень органічних речовин корму під впливом диспергаційно-кавітаційної обробки.***

В той же час при переробці корму на кавітаційних установках не відбувається жорсткої зміни білкового комплексу, характерного для інших типів термічних обробок, зберігаються натуральні вітаміни і ферменти (амілаза). В результаті виробляються гомогенні кормові суміші з оптимальною для травлення тварин вологістю (69-72 %) і дисперсністю (0,6-1,2 мм).

Із зеленими кормами в клітини організму поступаю, головним чином, колоїдно-зв'язана вода, що забезпечує необхідний тургор кліток гладкої мускулатури шлунково-кишкового тракту і генітальних органів. Крім цього, використання зелених кормів, сприяє збалансованості кормових сумішей, додаванню їм приємного смаку, запаху, і, як наслідок, доброго поїдання корму.

Важливим результатом включення зелених кормів в раціони тварин є поліпшення якісних характеристик готової продукції. Проведені дослідження показують, що у свиней, в раціони яких вводилися зелені корми, товщина хребтового шпика знижувалася на 2-3 мм, в той час, як вихід м'яса збільшувався на 3 %, а вміст в нім триптофану – маркера біологічної цінності м'яса – зростало на 20 %.

Ефективність впровадження технології годівлі тварин кормами після кавітаційної обробки переважно зернових матеріалів підтверджена серіями порівняльних апробацій з традиційними системами годівлі. Так, результати проведених досліджень показали значну перевагу технології кавітаційного приготування кормів над традиційними системами годівлі. У тварин, яким згодовувалися кормосуміші «Cavikorm» було зафіксовано поліпшення як продуктивних, так і репродуктивних якостей [18]. Одночасно з цим було підвищено якість готової продукції і істотно знижені витрати на годівлю поголів'я.

Зокрема було виявлено підвищення інтенсивності зростання молодняка на 22,9 % і свиней на відгодівлі на 25,5 %; збільшення

багатоплідності свиноматок на 15,3 %, молочності на 23,5 %, виключений прохолост на 9,1 %. Відмічена збільшення крупноплідності поросят на 10 %, виходу ділових поросят на 18,6 %, маси відлученого поросяти на 21,7 %. На тлі приведених показників витрати на годівлю поголів'я були понижені на 25-32 %.

В Україні поодинокі спроби впровадження технології вологої годівлі гомогенними ферментованими кормами здійснюються переважно невеликими бізнес-структурами на основі удосконалених варіантів кормо-приготувальних агрегатів - аналогів серії «Мрія» [16].

На теперішній час, в дослідних режимах, існує вже ряд установок, що працюють на використанні ефекту кавітації, у тому числі і для переробки кормових компонентів в корми підвищеної засвоюваності: ультразвукові пристрої, ультразвукові пристрої кавітацій, електрогідравлічні пристрої, пристрої роторних пульсацій, гідроударні установки (рис. 5).

Ультразвукові пристрої застосовуються рідко і в специфічних умовах (наприклад, гомогенізація майонезу), а електрогідравлічні пристрої доки не знайшли застосування. Найбільшого поширення набули пристрої роторних пульсацій і ті, що приходять їм на зміну - гідроударні установки (поки не мають аналогів за кордоном).



Рис. 5. ***Обладнання для перетворення рослинної кормової сировини на білково-вітамінну добавку підвищеної засвоюваності на основі диспергаційно-кавітаційного методу.***

На основі розробленої технологічної моделі процесу виробництва кормової добавки для проведення пошукових досліджень розроблена фізична модель і створена експериментальна лінія енергозберігаючого виробництва кормової добавки на основі РБВК, орієнтовану на продуктивність 100 кг за виробничий цикл (рис. 5).

Основним елементом установки є роторно-кавітаційний диспергатор, основні технічні параметри якого: встановлена потужність - до 7 кВт, питома енергоємність - самонагрівання рідини. Приготування певний час кормосуміші за замкненим циклом не більше 0,07кВт.ч/кг, питома матеріаломісткість - не більше 1,75 кг . ч/кг

Велика сумарна поверхня кавітаційних бульбашок забезпечується інтенсивним дифузійним обміном між рідиною і газовою фазою завжди присутньою в рідині, в результаті чого відбувається прискорення активованих реакцій. Таким чином за рахунок гідроудару та кавітації проходить руйнування твердих часток кормосуміші, крім того за рахунок кавітації (зниження тиску та завихрення рідини) відбувається процес дозволяє довести її до дисперсно-гомогенного стану.

Отримано попередні результати досліджень із використанням зеленої маси трав, пивної дробини і зерна свідчать про наявність позитивного ефекту подрібнення компонентів кормової суміші в процесі їх переробки на диспергаторі-кавітаторі. Відзначається зменшення часток усіх фракцій із збільшенням найменшої фракції <0,25 мм в середньому в 2 рази. Такий ефект подрібнення сприяє процесам дезинтеграції, які відбуваються на молекулярному рівні і призводять до змін біохімічного складу компонентів, як за рахунок власне подрібнення, так і ферментативних процесів, які відбуваються в установці, яка за рахунок гідродинамічних сил і кавітації призводить до підвищення температури сумішей до 63,3-71,6 ^{0}С. Отримані в результаті переробки зразки кормових сумішей - добавок аналізувалися на вміст основних біохімічних показників зоотехнічного аналізу.

Висновки.

1. Виробництво кормів і кормових добавок на основі гомогенізації-диспергації-кавітації є економічно ефективним сучасним методом, що забезпечує поліпшення біохімічних якостей кормів.

2. Метод дозволяє використовувати всю гаму компонентів польового кормовиробництва.

3. Запропонована фізична модель дозволяє отримати гомогенну вологу кормову суміш з хорошими смаковими якостями за рахунок зміни поживних речовин (вуглеводів, білків, клітковини і ін.).

4. Кавітаційна обробка має м'яку дію на білковий комплекс рослинної сировини, забезпечує високу ступінь емульгації жирів, що призводить до підвищення на 6,3 % його перетравності тваринами. При цьому: нівелюється ефект важкоперетравності клітковини, за рахунок чого підвищується доступність його мономірних елементів і підвищується перетравність; підвищується екстракція розчинних білків і біологічно активних речовин; підвищується загальна біологічна цінність і засвоюваність трав'яного корму; спрощується технологічний процес виробництва білково-вітамінного трав'яного корму; зменшуються втрати поживних речовин; знижуються енерговитрати при виробництві білково-вітамінного трав'яного корму; підвищується вміст протеїну за рахунок білків жомової частини (до 70 %).

5. На відміну від технології виробництва ПЗК вологим фракціонуванням, технологія кавітаційної обробки всієї маси рослинної сировини забезпечує позбавлення від жому і необхідності його переробки.

6. Диспергування зеленої маси з кавітаційним ефектом забезпечує максимальне екстрагування компонентів із зруйнованої рослинної клітини.

7. Кавітаційна обробка універсальна і доцільна, як для зеленої маси кормових рослин, так і для білкововмісних і вуглеводних компонентів – відходів переробної промисловості (пивна дробина, меляса, відходи спиртопереробної промисловості і т. ін.), що розширює можливості виробництва широкого асортименту білково-вітамінних кормових добавок за рахунок їх компонування.

8. На основі вже існуючих систем виробництва кормів із застосуванням кавітаційного методу, можна робити висновки щодо високої ефективності таких кормів, які є біохімічно підготовлені для згодовування сільськогосподарським тваринам всіх видів.

9. В подальшому, потребують доопрацювання питання щодо конкретики переробки саме рослинної біомаси й питання схоронності поживних якостей таких концентратів для зимового застосування.

Використана література

1. Ковбасюк П Високопоживні багатокомпонентні однорічні травосуміші. *Пропозиція*. 2009. №1. С. 93-95
2. Тимофеев Н. П. Растительный белок и регуляция его уровня в кормопроизводстве. 2003.
3. SciTekLibrary: http://sciteclibrarv.ru/rus/catalon/nanes/6494.html
4. Лесницкий В. Белковые корма из зеленой массы. *Животноводство*. 2004. №1. С. 6-8
5. Жигжитов А. В. Механизация процессов консервирования и приготовления кормов Улан-Уде: 2008. 110 с.
6. Боярский Л. Г. Технология заготовки кормов в промышленном животноводстве Производство травяной муки, гранул и брикетов. Нютехагро, 2011. http://jf-stoll-voronezh.ru/razd/ proizvodstvo-travvanov-muki-nranul.html
7. Боярский Л. Г. Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных. Ветеринария и животноводство. Ростов-на-Дону, 2001, 416 с.
8. Сажин Б. Ф. Кристалические дисперсные материалы как объект сушки. Сушка кристаллических

материалов Гл. 1. 2008, http://snvs.ru/knini/sushka-kristallicheskih-disnersnvh-materialov/nlava- sushki. html
9. Долгов И. А., Новиков Ю. Ф., Яцко М. Л. Протеиновые концентраты из зеленых растений. Москва, 1978. 159 с.
10. Основи процесу вологого фракціонування кормів. 2016. http://dlsu.ru/proizvodstvo-produkcii/1570-oborudovanie-dlva-frakcionirovaniva-kormov-chast-1.html.
11. Кавитационный гидроударный диспергатор: патент 74084, Российская Федерация: 2008, Бюл. № 17. 3 с.
12. Скрыль И. И., Ковальчук А. Н. Кавитационная технология и оборудование для производства жидких кормов. 2011, Красноярск, КГАУ: http://www.kgau.ru/imц/konferenc/2011/d3.doc
13. Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах. *Животноводство, АПК Эксперт.* 2011. № 3. С. 82-85
14. Способ получения пастообразного белкововитаминного травяного корма: патент 2108731 Российская Федерация: 1998, Бюл. № 7. 3 с.
15. Использование технологий гидродинамического кавитационного диспергирования для производства пастообразных питательных кормов для животных инновационный проект. 2012. Воронеж, ООО НПП ЭКО-БИОН, ООО БАСМ: http://alltrend.ru/comnonent/content/article/43-selskohozvaistvennoe-дroizvodstvo/63-дroizvodstvo-kormov-dlva- zhivotnvh.html
16. Минзанова С. Т., Миронов В. Ф., Соснина Н. А., Выштакалюк А. Б. (2012) Технологические аспекты получения кормовых добавок из амаранта. Казань, Институт органической и физической химии КазНЦ РАН: http://rudocs.exdat.com/docs/index-66067.html
17. Кормоприготовительные агрегаты серии «Мрия». ООО НПЦ АИНУ. httn://agrokorm.info/ ru/kormo-agrouat
18. Открытие завода кормовых добавок «Кавикорм-Лебяжье» / Молочное и мясное скотоводство. http://www.skotovodstvo.com/Renortaце/Cavikorm-2011.html.
19. Мошкутело И. И. Научно-практические основы формирования инновационной технологии «Cavikorm » и их экспериментальная апробация на свиноводческих комплексах. Москва, 16-я Международная выставка «Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2011»: 2011. С. 13-17
20. Способ приготовления обеззараженных жидких кормов и установка для его осуществления. Патент №2366270 Российская Федерация. 2009, Бюл. № 2, 3 с.
21. Гидромельница ГМ-2. Николаев, Каталог продукции. httn://www.ua.all.biz/n1532028/
22. Гидромельница-кормоприготовитель КП500. Пологи, Запорожская область. http://prom.info rico. com. ua/selskoe-hozvavstvo-c367/drunoe- c1072/nidromelnica-kormonrinotovitel-кд 500- a1321453500943762.html.

References

1. Kovbasyuk P. (2009). Vysokopozhyvni bahatokomponentni odnorichni travosumishi. 95[Highly nutritious multicomponent annual grass mixtures]. *Propozytsiya.* 2009, 1, 93–95. [In Ukrainian].
2. Timofeyev N. P. Rastitel'nyy belok i regulyatsiya yego urovnya v kormoproizvodstve. 2003. SciTek Library:http://sciteclibrarv.ru/rus/catalon/nanes/6494.html [In Russian].
3. Lesnitskiy V. Belkovyye korma iz zelenoy massy. *Zhivotnovodstvo*. 2004. №1. S. 6-8 4. [In Russian].
4. Zhigzhitov A. V. (2008). Mekhanizatsiya potseccov konservirovaniya i prigotovleniya kormov [Mechanization of canning and fodder preparation processes] Ulan-Ude [In Russian].
5. Boyarsky L. G. (2011). Tekhnologiya zagotovki kormov v promyshlennom zhivotnovodstve Proizvodstvo travyanoy muki, granul i briketov Technology of forage harvesting in industrial animal husbandry Production of grass flour, granules and briquettes. Nyutekhagro, http://jf-stoll-voronezh.ru/razd/proizvodstvo-travvanov-muki-nranul.html [In Russian].
6. Boyarsky L. G. (2001) Tekhnologiya kormov i polnotsennoye kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. Veterinariya i zhivotnovodstvo. Feed technology and complete feeding of farm animals. Veterinary and animal husbandry. Rostov-on-Don, 416 p.. [In Russian].
7. Sazhin BF Crystal dispersed materials as an object of drying. Drying of crystalline materials Chap. 1. 2008, http://snvs.ru/knini/sushka-kristallicheskih-disnersnvh-materialov/nlava-sushki. html
8. Dolgov I. A., Novikov Yu. F., Yatsko M. L. Proteinovyye kontsentraty iz zelenykh rasteniy. Protein concentrates from green plants. Moscow, 1978. 159 p. [In Russian].
9. Osnovy protsesu volohoho fraktsionuvannya kormiv Fundamentals of wet feed fractionation process]. 2016. http://dlsu.ru/rroizvodstvo-rrodukcii/1570-oborudovanie-dlva-frakcionirovaniva-kormov-chast-1.html. [In Ukrainian].
10. Kavitatsionnyy gidroudarnyy dispergator: patent [Cavitation hydropercussion dispersant] patent 74084, Russian Federation: 2008, Bull. No. 17, 3 p. [In Russian].
11. Skryl' I. I., Koval'chuk A. N. Kavitatsionnaya tekhnologiya i oborudovaniye dlya proizvodstva zhidkikh ko-rmov [Cavitation technology and equipment for the production of liquid feeds] 2011, Krasnoyarsk, KSAU:: http://www.kgau. ru/imts/konferenc/2011/d3.doc [In Russian].
12. Innovatsionnyye tekhnologii kormleniya na zhivotnovodcheskikh kompleksakh. (2011). [Inno-vative feeding technologies in livestock complexes]. *Zhivotnovodstvo,* 3, 82 – 85 [In Russian].
13. Sposob polucheniya pastoobraznogo belkovo-vitaminnogo travyanogo korma: [Method for obtaining pasty protein-vitamin herbal food]. patent 2108731, Russian Federation: 1998, Bull. No. 7, 3 p. [In Russian].

14. Ispol'zovaniye tekhnologiy gidrodinamicheskogo kavitatsionnogo dispergirovaniya dlya proizvodstva pas-toobraznykh pitatel'nykh kormov dlya zhivotnykh innovatsionnyy proyekt [The use of hydrodynamic cavitation dispersion technologies for the production of paste-like nutritious animal feed is an innovative project]. 2012. Voronezh, OOO NPP EKO-BION, OOO BASM: http://alltrend.ru/com nonent/content/ article/43-selskohozvaistvennoe-droizvodstvo/63- droizvodstvo-kormov-dlva-zhivotnvh.html [In Russian].
15. Minzanova S. T., Mironov V. F., Sosnina N. A., Vyshtakalyuk A. B. (2012) Tekhnologicheskiye aspekty polucheniya kormovykh dobavok iz amaranta [Technological aspects of obtaining feed additives from amaranth]. Kazan, Institute of Organic and Physical Chemistry KazNTS RAN: http://rudocs.exdat. com/docs/index-66067.html [In Russian].
16. Kormoprigotovitel'nyye agregaty serii «Mriya» [Feed preparation units of the «Mriya» series] OOO NPTS AINU. httn://agrokorm.info/ru/kormoagrouat [In Russian].
17. Otkrytiye zavoda kormovykh dobavok «Kavikorm-Lebyazh'ye», Molochnoye i myasnoye skotovodstvo [Opening of a plant for feed additives "Kavikorm-Lebyazhye", Dairy and beef cattle breeding]. http://www.skotovodstvo.com/Renortatse/Cavikorm-2011.html. [In Russian].
18. Moshkutelo I. I. (2011). Nauchno-prakticheskiye osnovy formirovaniya innovatsionnoy tekhnologii «Cavikorm » i ikh eksperimental'naya aprobatsiya na svinovodcheskikh kompleksakh [Scientific and practical bases for the formation of innovative technology "Cavikorm" and their experimental approbation on pig-breeding complexes]. Moscow, 16th International Exhibition "Cereals-Mixed Feed-Veterinary-2011": 13-17 [In Russian].
19. Sposob prigotovleniya obezzarazhennykh zhidkikh kormov i ustanovka dlya yego osushchestvleniya [Method for preparing disinfected liquid feed and installation for its implementation]. Patent No. 2366270, Russian Federation. 2009, Bull. No. 2, 3 p. [In Russian].
20. Gidromel'nitsa GM-2 [Hydromill GM-2]. Nikolayev, Katalog produktsii. httn://www.ua.all.biz/n1532028/ [In Russian].
21. Gidromel'nitsa-kormoprigotovitel' KP500 [Hydro-mill-feeder KP500]. Pologi, Zaporozhskaya oblast'. http://drom.inforico.com.ua/selskoe-hozvavstvo- c367/drunoe- c1072/nidromelnica-kormonrinotovitel-kd 500- a1321453500943762.html [In Russian].

UDK 636.087

Shevchenko I. A. Feed provision of organic animal husbandry

Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine. 2022. 1. (1). 111-122

Institute of Oilseeds of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 1 Institutska Street, Zaporizhia, 70417, Ukraine

The material considers the basic approaches to the feed supply of organic livestock and presents an analysis of technologies for the production of protein-vitamin feed additives with justification of the prospects of dispersion-cavitation treatment of plant materials. It is determined that one of the main reserves of protein, vitamins and biologically active substances for feeding farm animals is the green mass of grass, due to the rational use of which can solve almost completely the problem of providing farm animals and poultry protein (protein). implementation of the technological process of preparation of feed and feed additives on the basis of cavitation-dispersion technology analysis of technical solutions for the implementation of the technology taking into account the specifics of plant biomass. As a result of research it is established that the increase and decrease of the power of the dispersant, as well as the temperature of the feed mixture occurs according to the law of the exponent. The increase in temperature during dispersion due to the presence of the phenomenon of cavitation occurs from the initial (water) 18.9º C to 64º C in 105 minutes. Total energy consumption per hour of processing - 4293 W·year. Specific energy consumption per 1 kg of LVD (mixture) - 0.061 kW·year/kg. The estimated total cost of 1 kg of feed mixture, taking into account the cost of raw materials (0.6-0.9 UAH / kg) and energy losses (0.174 UAH / kg) is 0.75-1.08 UAH.

Key words: *feed protein, technologies, fractionation, feed additive, feed digestibility, energy saving production, vegetable raw materials, cavitation.*