

Диспергатор кормосумішей

Розробка роторно-кавітаційного диспергатора кормосумішей

ЗМІСТ

Вступ	3
1 Аналіз способі годівлі свиней	4
2 Ефективність впровадження технології годівлі тварин кормами після кавітаційної обробки.....	8
3 Аналіз сучасних технологій і устаткування для переробки кормів на принципі кавітації.....	17
4 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми роторно- кавітаційного диспергатора кормосумішей	27
Висновки	30
Список використаних джерел	31

ВСТУП

Найважливішою складовою успіху виробництва тваринницької продукції є створення міцної кормової бази для забезпечення потреб галузі тваринництва. Органічне тваринництво, яке набуло в останні роки особливої уваги, передбачає використання екологічно чистих кормових компонентів, які доцільно доставляти тваринам в необхідній кількості. Забезпечення такого стабільного функціонування органічного сектору тваринницької галузі України потребує розробки комплексів адекватних моделей розвитку органічного кормовиробництва та виявлення базових закономірностей впливу технологій кормозабезпечення на органічність корму для задоволення потреби у кормах органічного тваринництва, що є необхідною й актуальною задачею [1].

Розробка нових технологій та технічних засобів кормовиробництва для органічного тваринництва повинна проводитися із урахуванням довготривалості їх екологічного ефекту. Нові матеріали і технології зазвичай оцінюються згідно з розробленими для органічного тваринництва критеріями. Це передбачає розвиток ефективності, ресурсо- і енергоощадності та конкурентоспроможності виробництва продукції тваринництва на основі визначення нових закономірностей формування та розвитку техніко-технологічних систем кормозабезпечення органічного тваринництва. А також розвиток органічної системи сільськогосподарського виробництва у напрямку підвищення стійкості у часі за допомогою технічних новацій. Кормові матеріали, технології і технічні засоби оцінюються згідно з розробленими для органічного тваринництва критеріями, що передбачає розвиток системи кормозабезпечення органічного тваринництва у напрямку підвищення якості кормової бази за допомогою технічних новацій [2].

Тому актуальною задачею підвищення якості кормової бази є створення новітніх технічних засобів для приготування кормів.

1 АНАЛІЗ СПОСОБІ ГОДІВЛІ СВИНЕЙ

В промисловому свинарстві виділяють два основних способи годівлі: сухий і рідкий. Як проміжні розрізняють ще зволожений (напівсухий) та вологий типи, коли сухі корми автоматично зволожують або змішують з водою незадовго до їх подачі у годівниці. 70-75 % свиноферм у світі використовують для годівлі свиней сухі корми, технологія роздавання яких вам відома. Серед переваг сухої годівлі виділяють такі [3]:

- збалансовані гранульовані корми більш стабільні за санітарно-гігієнічними характеристиками;
- процесі термічно-вологоді обробки корму (гранулювання, експандування, екструдуювання) підвищується доступність складових раціону для ферментів шлунково-кишкового тракту. Це сприяє кращому засвоєнню поживних речовин корму (на 10-20 %) та підвищенню продуктивності тварин (на 5-25 %). Однак такі обробки не знижують кількість випадків, наприклад, сальмонельозних інфекцій.

Поміж недоліків «сухої годівлі» слід звернути увагу на наступні [4]:

- суха годівля часто викликає суттєві зміни фізіологічних процесів в шлунково-кишковому тракті, сприяє виникненню гастритів та інших хвороб, що потребує меди-каментозного втручання;
- хронометраж поведінки показує, що 18-25% тварин (особливо молодняку) знаходяться в постійному русі між годівницею та напувалкою, заважаючи відпочинку інших, а втрати корму при цьому досягають 3-9%;
- значну шкоду несе в собі підвищена запиленість приміщень, що негативно впливає як на тварин, так і на обслуговуючий персонал. Пиловидні частинки сухого комбікорму можуть складати до 20% його кількості, через пил на 8-10% зростає кількість тварин, які страждають легеневиими хворобами.

Лідером за «рідкою» годівлею свиней серед європейських країн є Ірландія – 90 % всіх господарств, а також Німеччина, Данія (у т.ч. понад 60 % великих свиноферм), Голландія – до 50 % всього поголів'я. У Фінляндії за останні 5 років

більше 90 % введених у дію свиноферм використовують систему годівлі рідкого типу.

Це обумовлено рядом переваг рідкої годівлі свиней:

- рідкий корм більше відповідає фізіологічним потребам свиней і надає можливість забезпечити поступову заміну раціонів;
- більш точне дозування;
- спрощене внесення добавок (преміксів, медикаментів тощо);
- зменшення втрат корму;
- можливість відмовитися від напувалок;
- у порівнянні із сухими кормами, поїдання рідких кормів підвищується до 5 %, прирости зростають до 6 %, коефіцієнт конверсії (витрати) корму знижується до 10 %;
- зменшується кількість екскрементів, що позитивно впливає на економічні та екологічні аспекти виробництва;
- на підприємствах, у яких в одному приміщенні перебувають різні вікові групи, за допомогою системи рідкої годівлі можна одночасно застосовувати різні рецептури;
- можливість доставки великого обсягу корму за малий проміжок часу на великі відстані за допомогою трубопроводів;
- процес рідкої годівлі гнучкий, надає можливість оперативно коригувати раціон без участі комбікормового заводу, зокрема, домішувати компоненти, вводити їх поступово для звикання тварини;
- за інформацією підприємств, впровадження рідкої годівлі (після сухого типу годівлі) дозволило скоротити чисельність персоналу на 25%, знизити витрати електроенергії, зменшити вплив людського фактору на процес годівлі;
- дуже важлива перевага «рідкої» годівлі – можливість ферментації кормової суміші. Ферментація кормів змінює їх біохімічний склад, підвищує біодоступність речовин.

Особлива роль у конверсії кормів приділяється питанням підготовки кормів до згодовування та керуванням кормовим столом.

У цьому питанні важливо визначитися в ефективності різних підходів попередньої підготовки концентрованих кормів. Так, за останні 2-3 роки широко став використовуватися спосіб плющення зерна. Це дозволило поліпшити засвоюваність худобою не тільки зерна, але й інших споживаних кормів, що входять у раціон [5].

Всі частіше господарники прагнуть застосовувати гранульовані комбікорми. Ця операція з комбікормами захищає енергію корму, підвищує її засвоюваність і дозволяє додавати вітаміни, лікарські препарати, амінокислоти, забезпечуючи тим самим їхню високу збереженість у кормі [6].

Досить простою альтернативою використання ферментів у органічному кормовиробництві служить пророщення зерна. Пророщене зерно містить комплекс власних ферментів, здатних частково розщеплювати важкорозчинні полісахариди [7].

Важливо підкреслити, що з найбільшою ефективністю кормові ресурси можна використовувати лише у переробленому вигляді в складі збалансованих сумішок. При цьому переробка кормів коштує в 2-4 рази дешевше за вартість додатково одержаної при цьому тваринницької продукції.

Одна із частих помилок у готуванні кормосумішей для дійної череди спостерігається при використанні коренеплодів. Такий підхід у годівлі змушує корову витратити час (2-3 год. на добу) на сортування кормосуміші, результатом чого стає неповне використання раціону та зниження продуктивності. Включення жому в кормосуміш також знижує її споживання. Звідси висновок: надання корові таких кормів можливо тільки в роздільному виді [8].

На високі витрати кормів впливають і інші технологічні чинники: недолік фронту годівлі, поїння та ін.

Отже, якими ж повинні бути корми, щоб вони були найбільш оптимальними для органічного тваринництва. Це питання має дві відповіді:

1. Перша – вони повинні бути ідеально збалансованими відповідно до фізіологічних потреб сільськогосподарських тварин.
2. Друга – вони повинні узгоджуватися з технологією утримання і ви-

рощування, які відповідають вимогам органічного виробництва сільськогосподарської продукції.

З цього стає ясно, що не кожний ідеально збалансований раціон забезпечує 100 % успіх у вирощуванні органічних тварин. А саме, є ряд інших чинників, що визначають успіх або ж бар'єри, для досягнення позитивного результату. При дотриманні органічними господарствами на належному рівні вище перерахованих умов утримання і вирощування тварин, головним завданням все ж таки є саме годування відповідними органічними кормами [9].

Система кормозабезпечення органічного тваринництва повинна відрізнитися та мінятися, і використання традиційних методів підготовки кормів до згодовування часто неефективно в органічному виробництві, у т.ч. в підвищенні ефективності конверсії кормів у тваринницьку продукцію. Лише визначивши чинники впливу, спрямовані на зниження енерговитрат, трудових витрат і втрат якості кормів, поліпшивши раціони, можна одержувати продукцію тваринництва з більш високою якістю та з меншими витратами, при цьому неодмінно покращиться й конверсія корму. Виробництво органічної тваринницької продукції при цьому буде рентабельним [10].

2 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГОДІВЛІ ТВАРИН КОРМАМИ ПІСЛЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Ефективність впровадження технології годівлі тварин кормами після кавітаційної обробки підтверджена серіями порівняльних апробацій з традиційними системами годівлі. Так, результати проведених досліджень показали значну перевагу технології кормоприготування "Cavikorm®" над традиційними системами годівлі. У тварин, яким згодовувалися кормосуміші "Cavikorm®" було зафіксовано поліпшення як продуктивних, так і репродуктивних якостей. Одночасно з цим було підвищено якість готової продукції і істотно знижені витрати на годування поголів'я [11].

Зокрема було виявлено підвищення інтенсивності зростання молодняка – на 22,9 % і свиней на відгодівлі – на 25,5 %; збільшення багатопліддя свиноматок – на 15,3 %, молочності – на 23,5 %, виключений прохолост – на 9,1 %. Відмічено збільшення крупноплодності 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 % [12].

Вигоди впровадження технології "Cavikorm®"

- Збільшення рентабельності виробництва свинини в 1,5 разу
- Скорочення терміну окупності нового свинокомплексу на 2-3 роки
- Збільшення числа продуктивних опоросів в 1,5 разу
- Збільшення багатоплідності свиноматок на 1-го поросля
- Підвищення виживаності молодняка на 30%
- Збільшення середньодобового приросту на 15%
- Зниження витрат корму на одиницю приросту на 15%
- Підвищення білково-якісних показників м'яса на 25%
- Використання в кормах екологічно чистих натуральних компонентів

Вартість впровадження технології кормоприготування "Cavikorm®" для свинокомплексу потужністю 2400 свиноматок (по відгодівлі 54000 голів в рік) складає близько 200000 \$.

Витрати корму на умовну голову при традиційній годівлі (сухий або рідкій) дорівнюють в середньому 1,96 кг (рис. 2.1). При цих показниках витрати на корм протягом одного року на свинокомплексі складуть 540000 \$. Після впровадження технології “Cavikorm®” на тому ж свинокомплексі витрати корму на умовну голову складають 1,76 кг. Щорічні витрати на корми –360000 \$.

Таким чином, впровадження технології “Cavikorm®” дозволить господарству понизити витрати кормів на 10 %, при одночасному зниженні прямих витрат на корми на чверть. В результаті щорічна економія свинокомплексу складе 180000 \$.

Окрім цього, технологія “Cavikorm®” дозволить додатково отримати 1,3 поросяти в рік від свиноматки, що принесе свинокомплексу додаткові близько 40000 \$ прибутку.



Рисунок 2.1 – Витрати корму на умовну голову

Собівартість продукції при впровадженні технології “Cavikorm®” буде понижена на 27 %. Таким чином, при будівництві нового свинокомплексу продуктивністю 54000 голів по відгодівлі в рік по традиційній (сухою або рідкою) системі годування його окупність складе 9,2 років, тоді як при впровадженні технології годування “Cavikorm®” термін окупності буде скорочений на 40 % і складе 5,4 року.

Підтвердженням ефективності технології і устаткування для переробки кормів і кормових компонентів методом гідродинамічної кавітації є впровадження і широка виробнича перевірка в умовах господарств [13].

За даними Скриль І.І., Ковальчук А.Н. [10] в свинарстві подібна підготовка кормів забезпечує середньодобовий приріст 650-750 грам (табл. 2.1). При цьому вказані середньодобові прирости досягаються при значному зниженні витрат корму з розрахунку на 1 кг приросту, а також значно зменшується вартість кормів.

Таблиця 2.1 – Витрати корму і прирости тварин (поросят) за один місяць [10]

Показники	Дослідна група № 1	Дослідна група № 2	Контрольна група (суха годівля)
Кількість голів	300	300	300
Средня жива маса на початку експерименту, кг	52,9	53,8	53,6
Средня жива маса по закінченні експерименту, кг	73	74,2	66
Приріст живої маси, кг	20,1	20,4	13
Середньодобовий приріст, г	670	680	450
Затрачено кормових одиниць на 1 кг приросту	3,1	3,4	5

За даними різних авторів в процесі переробки відбувається часткове руйнування клітковини і целюлози, розщеплювання білка до амінокислот і олігопептидів, які всмоктуються в кров, минаючи ферментативну систему тварини. В варіантах переробки зернових матеріалів крохмальні зерна перетворюються в цукри, відбувається емульгація жиру, створюються стійкі з'єднання молекул поживних речовин з молекулами води (рис. 2.2).

При цьому переробка корму на кавітаційних установках не приводить до 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.) [14].

За даними [14] в кормових сумішах, що готують з компонентів в нативному вигляді (зерно злакових, бобових та ін.), зберігається жива субстанція (гормони, ферменти і т. ін.). В процесі обробки вони позбавляються від олігосахарів и

антиметаболітів. Кормові суміші виробляються в пастеризованому вигляді готові до вживання.

Приготування корму на роторному подрібнювачі-диспергаторі («РІД»), що є резонансним апаратом механо-гідроударно-кавітаційно-диссипаційної дії, дозволяє одночасно на клітинному рівні подрібнювати, гомогенізувати і пастеризувати (за рахунок саморозігріву) кормову суміш.



Рисунок 2.2 – Ефективність кавітаційної обробки кормів

Ефективність використання гомогенізованих-диспергованих і кавітаційно оброблених кормів доведена рядом дослідників шляхом проведення науково-господарських дослідів.

Дослідження [15] з оцінки ефективності використання сучасних білко-вітамінних добавок і гомогенного корму під час вирощування свиней проводили на свинофермі УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого (сmt Дослідницьке, Васильківського р-ну, Київської області). Оцінку проводили у порівнянні з ефективністю використання білково-вітамінних добавок фірми «Dossche» під час годівлі свиней в період дорощування. В результаті проведених досліджень встановлена досить

висока, з зоотехнічної точки зору, ефективність використання білково-вітамінних добавок фірми «Dossche» і гомогенного корму, приготовленого на агрегаті «Мрія» під час вирощування свиней. Встановлено, що використання в раціонах свиней білково-вітамінних добавок сприяє збільшенню приростів живої маси свиней в період дорощування на 95,8 %, в період відгодівлі на 39,0 % у порівнянні з традиційними раціонами. Використання в раціонах свиней гомогенного корму приготовленого на агрегаті «Мрія» також сприяє збільшенню приростів живої маси свиней на відгодівлі на 16,8 %, порівняно з годівлею тварин за традиційними раціонами.

Орієнтуючись на запити споживачів, свинарі перейшли на виробництво свинини селекції високої м'ясної продуктивності. Така орієнтація вимагає створення в умовах промислового виробництва умов для ефективної годівлі тварин (в першу чергу свиноматок і ремонтних свинок) з тим, щоб тварини володіли міцною конституцією, високим багатопліддям, молочністю, а також відтворенням молодняка високої м'ясної продуктивності і інтенсивності зростання. Технологія системи годівлі “Cavikorm” дозволяє в умовах промислових свинокомплексів здійснювати повноцінне збалансоване годування свиней всіх статевовікових груп [16].

Конверсія корму, приготованого за технологією “Cavikorm” складала 2,8-3,2 кг на 1 кг приросту живої маси, що на чверть вище в порівнянні з сухою формою корму, прийнятою у ряді промислових комплексів. При рідкій системі годівлі (коли комбікорм розводиться з водою в співвідношенні 1: 3), частка сухих речовин в готовому кормі не перевищує 18 %, тоді як в кормах “Cavikorm” частка сухих речовин складає 32 %. Зоотехнічні дослідження показали, що середньодобовий приріст за перший місяць досліджень у тварин дослідної групи був на рівні 878 г, що на 5 % вище, ніж в контрольній групі, при зниженні витрат корму на 1 кг приросту на 7 %. За весь період досліджень збільшення приросту на 6 % було також у ремонтних свинок дослідної групи при рівних витратах корму на кілограм приросту порівняно з контролем. Вартість кормосуміші, виготовленої за технологією “Cavikorm®” була нижче, за рахунок чого досягалося зниження

витрат на корми за перший місяць – на 28 % і за весь період дослідження – на 22,5 %. Таким чином, впровадження технології “Cavikorm®” дозволило господарству понизити витрати кормів на 10 %, при одночасному зниженні прямих витрат на корми на чверть.

Широкі дослідження продовжуються в Росії, зокрема дослідниками з Барнаула [17], якими розроблено і апробовано у виробничих умовах спосіб і установку для приготування корму або складових корму з цілісних зерен фуражних злакових зернових культур, зернобобових культур, відходів технічних виробництв, відходів бродильного і крохмального виробництва шляхом кавітаційної обробки в кислому середовищі. Приготування кормів здійснюють шляхом подрібнення і кавітаційного диспергування, гомогенізації і знезараження у водному розчині 0,3-0,4% соляної кислоти, розігрівом до температури 60-80°C з подальшою нейтралізацією отриманого корму їдким натром. Технологія забезпечує гідроліз крохмалю і целюлози в цукру, розкладання антипоживних речовин, знезараження корму.

В Україні поодинокі спроби впровадження технології вологої годівлі гомогенними ферментованими кормами здійснюються переважно невеликими бізнес-структурами на основі удосконалених варіантів кормоприготувальних агрегатів – аналогів серії «Мрії» [18].

На підставі аналізу всіх джерел інформації зроблено такі висновки:

- виробництво кормів і кормових добавок на основі гомогенізації-диспергації-кавітації є економічно ефективним сучасним методом, що забезпечує поліпшення біохімічних якостей кормів;
- метод дозволяє використовувати всю гаму компонентів польового кормовиробництва;
- отримати гомогенну вологу кормову суміш з хорошими нюховими і смаковими якостями за рахунок зміни поживних речовин (вуглеводів, білків, клітковини і ін.);
- кавітаційна обробка надає м'яку дію на білковий комплекс рослинної сировини, забезпечує високу ступінь емульгації жирів, що призводить до

підвищення на 6,3 % його перетравлюваності тваринами;

- 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 %);

- на відміну від технології виробництва ПЗК вологим фракціонуванням, технологія кавітаційної обробки всієї маси рослинної сировини забезпечує позбавлення від жому і необхідності його переробки;

- диспергування зеленої маси з кавітаційним ефектом забезпечує максимальне екстрагування компонентів із зруйнованої рослинної клітини;

- кавітаційна обробка доцільна, як для зеленої маси кормових рослин, так і для білоквмісних 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;

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

На підставі аналізу ефективності процесу диспергації – кавітації, фізико-

хімічного стану сировини і можливості компонування трьох видів сировини для одержання повноцінної кормової білково-вуглеводно-вітамінної добавки розроблено технологічну модель (рис. 2.3) процесу енергоощадного виробництва кормової добавки для модульної установки продуктивністю 100 кг.

Розроблена модель ураховує всі позитивні якості сировини й техніки для виконання технологічного процесу і базується на принципах:

- залучення до виробництва білково-вітамінної добавки найбільш доступної сировини, в т.ч. вторинної;
- зелена маса кормових трав є джерелом натурального білка, вітамінів (особливо каротину) і комплексу біологічно активних речовин;
- пивна дробина служить джерелом білка, комплексу важливих для розвитку і відтворювальних здібностей тварин вітамінів групи В, мікро і макроелементів;
- зерно, як високовуглеводний компонент, забезпечує корми, а через них тварин енергетичною складовою;
- попередня обробка зеленої маси розчином хлориду натрію сприяє підвищенню вмісту перетравного білка за рахунок вилучення його з жомової частини рослин;
- зниження вмісту в кормосуміші зернової складової, як компонента високої вартості, забезпечує здешевлення процесу годівлі тварин;
- диспергаційно-кавітаційна обробка суміші зеленої маси, пивної дробини і зерна до дрібнодисперсного пульпоподібного стану сприяє поліпшенню смакових якостей і перетравності компонентів суміші;
- індуковане кавітацією підвищення температури до 60- 70 °С сприяє пастеризації суміші;
- часткове зневоднення кормосуміші пресуванням забезпечує умови зберігання із схоронністю натуральних якостей продукції;
- зберігання в рулонах або мішках з вже внесеним екологічно чистим консервантом – хлоридом натрію скорочує витрати і підвищує строк схоронності кормової добавки;

- згодовування тваринам кормосуміші в найбільш доступній формі мономерних сполук;
- надання кормосуміші найбільш оптимальної для травлення гомогенно-вологої форми за рахунок гідратійної води, утворюваної в процесі кавітації.

Технологічна модель процесу енергоощадного виробництва кормової добавки на модульній установці продуктивністю 100 кг



Рисунок 2.3 – Технологічна модель енергоощадного виробництва кормової добавки на модульній установці продуктивністю 100 кг

3 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ КОРМІВ НА ПРИНЦИПІ КАВІТАЦІЇ

На теперішній час існує багато установок, працюючих на використанні ефекту кавітації, в тому числі і для переробки кормових компонентів в корми підвищеної засвоюваності.

Гідродинамічна установка кавітації, призначена для виготовлення вологих кормових паст із зерна злакових і бобових культур, кормів тваринного походження для молодняка і дорослих сільськогосподарських тварин з одночасним їх знезараженням і руйнуванням токсичних речовин (мікотоксинів і алкалоїдів) реалізована в дослідному промисловому устаткуванні малого інноваційного підприємства ТОВ «НПП Ач Біон» м. Вороніж і ТОВ «БАСМ» м. Вороніж. Дуже ефективна технологія дозволяє з практично будь-якої сировини або навіть відходів (зокрема послід) виготовляти високоякісні корми для тварин. Використання установки технологічно не складне - справляється один оператор. Ця технологія успішно використовується для відгодівлі молодняка в Германії і Голландії [19].

За інформацією дослідників Красноярського державного університету [20] здійснення даної технології можливе при застосуванні кавітаційного подрібнювача принципово нового виду, що використовується у виробництві емульсій і суспензій різного призначення. Він є останнім досягненням нової галузі науки – фізико-хімічної механіки.

Відомі наступні типи устаткування для диспергування:

- Подрібнення з тілами, що мелють (кульові, бісерні, вібраційні, дезінтегратори).
- Пристрої самоподрібнення (барабанні, відцентрові, струменеві).
- Вибухові подрібнювачі (із скиданням тиску, з використанням вибухових речовин).

Недоліки цих типів пристроїв: знос тіл, що мелють; забруднення продуктами зносу подрібнюваного матеріалу; велика енергоємність диспергування; низький ККД, агрегація (злипання) частинок при збільшенні

дисперсності матеріалу.

Останніми роками з'явилося устаткування для диспергування з одночасною гомогенізацією:

- ультразвукові пристрої;
- ультразвукові пристрої кавітацій;
- електрогідравлічні пристрої;
- пристрої роторних пульсацій;
- гідрударні установки.

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

Відбувається закономірний перехід до способу диспергування матеріалу в двофазному (матеріал + рідина) середовищі, що дозволяє сумістити процеси диспергування і гомогенізації в одному апараті. Як рідина може бути вода або будь-яка інша рідина, наприклад, масло, що виділяється при подрібненні горіхів, сік при переробці помідорів, гороху і так далі. Це дає можливість використовувати фізичні властивості другої фази (не стисливість, закони Паскаля і Бернуллі) і застосувати нові фізичні ефекти (гідравлічний удар, кавітацію, імпульси високого тиску, турбулентність).

Спосіб диспергування матеріалу в двофазному середовищі позбавлений недоліків сухого способу диспергування оскільки рідина «не зношується», не забруднює матеріал, запобігає агрегації за рахунок зменшення поверхневої енергії твердої фази (цей ефект посилюється додаванням поверхнево-активних речовин). Крім того, використання рідини дозволяє сумістити процеси диспергування і гомогенізації в одному апараті.

Установка конструкції Мозгового В.Г. КАГУД-1 (кавітаційний гідрударний диспергатор) забезпечує диспергування і одночасне змішування (гомогенізацію) матеріалів [21]. Основними елементами установки є ротор і статор. У роторі по

колу розташовані резонансні камери (резонатори). У статорі отвору – конфузори. При обертанні ротора відбувається періодичне перекриття вихідних отворів резонаторів. Подрібнення відбувається за рахунок дії на частинку кавітації, а також подвійного (прямого і зворотного) гідравлічного удару при перериванні потоку пульпи із заданою частотою. Частота спеціально підбирається рівній власній частоті ротора. Дія гідравлічного удару носить пульсуючий характер. Руйновані частинки піддаються гідравлічному удару в резонансних камерах (резонаторах). За рахунок збігу власної частоти резонаторів з частотою проходження імпульсів тиску в камерах відбувається багаторазове (у 10 разів в порівнянні з апаратами роторних пульсацій) збільшення амплітуди значення тиску. Гідродинамічні процеси в установці супроводжуються розвиненою турбулентністю. Це сприяє хорошему ступеню гомогенізації оброблюваного матеріалу.

Принцип кавітаційної переробки кормових компонентів використовували багато розробників техніки і, так званих, нових технологій кормоприготування. В Україні – це дослідження, пов'язані із створенням і випробовуванням кормоприготувальних агрегатів серії АКГСМ «Мрія», в Росії - роторно-пульсаційних апаратів [22] (Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН) для одержання кормових добавок з амаранту та інших зернових матеріалів.

Особливої уваги заслуговують дослідження Російської компанії ТОВ «Кавікорм інжиніринг», що виконуються спільно з науковцями Всеросійського інституту тваринництва Россільгоспакадемії і якими створено й пущено в експлуатацію завод по виробництву кормових концентратів в селі Лебязьє Мелекеського району Ульяновської області [23, 24, 25].

Основні принципи використані в розробках базуються на:

- пріоритетності вологої годівлі сільськогосподарських тварин і в першу чергу свиней;
- кавітаційній обробці зернових компонентів кормів з одночасними ефектами гомогенізації, диспергації, дезінтеграції органічних

високомолекулярних сполук, що сприяє підвищенню поживної цінності, доступності і перетравності кормів.

Створений в Україні агрегат кормоприготувальний серії 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 [26].

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°C-15°C.

Технологія “Cavikorm” заснована на принципі енергоефективного отримання комплексних кормових добавок з високим вмістом збалансованого по незамінних амінокислотах білка, легкозасвоюваних вуглеводів, вітамінів і біологічно активних речовин з промислових стоків і відходів харчової переробки [27].

Технологія годівлі “Cavikorm®” - комплексне інноваційне промислове рішення, що дозволяє готувати повнораціонні вологі гомогенні корми безпосередньо в кормоцехах свинокомплексів. Технологія ґрунтується на кавітаційному способі приготування кормової суміші, що дозволяє значно зменшити витрати кормів за рахунок збільшення засвоюваності поживних речовин і зниження енерговитрат на травлення. Відмінною особливістю ліній кормоприготування є можливість технологічної і ефективної переробки зелених кормів, консервованих продуктів з них, соковитих. Технологія дозволяє переробляти траву, сіно, соломку, сінаж, силос, корене- і бульбоплоди.

Обробка кавітацією (рис. 3.1 – 3.3) дозволяє провести подрібнення сировини і подальшу гомогенізацію кормосумішей, що дає можливість проводити їх транспортування по стандартних системах рідкої кормороздачі.

Крім зелених кормів лінії кормоприготування “Cavikorm®” дозволяють переробляти і безпечно включати в раціони годівлі такі відходи харчових і переробних виробництв, як відпрацьована пивна дробина, сирі пивні дріжджі, післяспиртова барда, патока, молочна сироватка, меляса, буряковий жом, макухи і шроти олійних культур, висівки, кормові мучки, боєнські і рибні відходи.

У господарств, що упровадили технологію “Cavikorm®», крім традиційного застосування ячменю і пшениці з'являється можливість ширшого використання жита, тритікале, сої в нативному вигляді, кормових бобів, люпину і нуту.



Рисунок 3.1 – Установка приготування кормів “Cavikorm»



Рисунок 3.2 – Роторний подрібнювач-диспергатор «РІД-2»

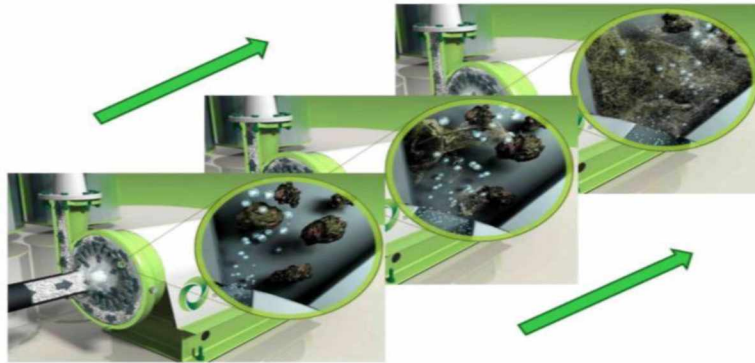


Рисунок 3.3 – Диспергація кормових компонентів під впливом кавітації

В ході кавітації нейтралізуються антипоживні речовини, що містяться в житі. В результаті її частка в раціонах всіх груп тварин може бути доведена до 30-60 % без попередньої обробки ферментними препаратами, що істотно знижує собівартість кормової суміші.

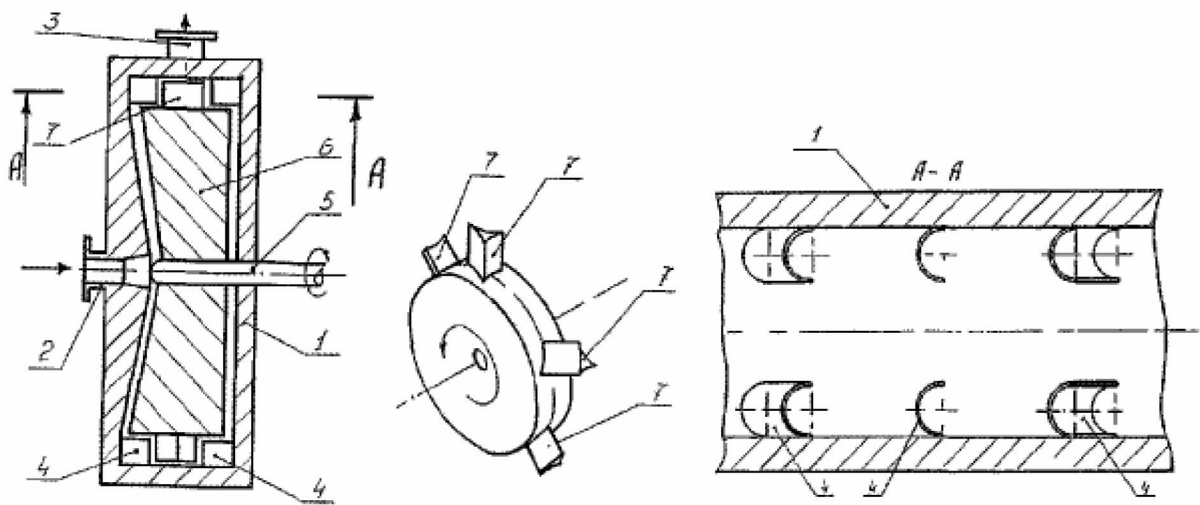
Лінії кормоприготування “Cavikorm®” комплектуються бункерами і ємкостями, що дозволяють підтримувати трьох- або (за бажанням замовника) семиденний запас всіх компонентів сировини. Устаткування і шнеки, розташовані поза опалювальними приміщеннями, теплоізолюються і оснащуються системою підігріву для роботи в холодну пору року.

При необхідності переробки сировини польового кормовиробництва лінії обладнані вузлами попереднього очищення і подрібнення інгредієнтів. Після попередньої обробки компоненти поступають на дозування, яке проводиться автоматично на електронних вагах відповідно до заданих рецептур. Зважена сировина подається в ділянку кормоприготування.

Аналіз патентно-інформаційних джерел щодо технологій приготування кормів і кормових добавок свідчить, всі вони базуються 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 є вуглеводна складова.

Кавітаційний енергетичний апарат (патент України № 49020) являє собою

пристрій для проведення технологічних процесів, наприклад нагрівання, змішування або диспергування різних рідин. Розміщений в корпусі з патрубками підводу і відводу рідини кавітатор являє собою ротор із закріпленими на його бічній поверхні окремими кавітуючими елементами з профілем, утвореним перетином щонайменше трьох циклоїдальних кривих, а на внутрішній бічній поверхні корпусу закріплені турбулізуючі елементи, виконані у вигляді пластин з циклоїдальною кривизною. Профіль кавітуючих і турбулізуючих елементів і їх просторова організація в кавітаційному апараті може варіюватися, що дозволяє обробляти рідини з різними реологічними властивостями або змінювати параметри обробки рідини за рахунок зміни характеру її руху. Його використання дозволяє обробляти рідину в інтенсивному і рівномірному за своїми гідродинамічними властивостями кавітаційному полі. (рис. 3.4) [28].



1 – корпус; 2 – патрубки підводу; 3 – патрубки відведення; 4 – турбулізуючі елементи; 5 – вал; 6 – ротор; 7 – кавітуючі елементи

Рисунок 3.4 – Кавітаційний енергетичний апарат
(патент України № 49020) [28]

До недоліків вищезазначеного пристрою відноситься обмежені функціональні можливості, які не дозволяють проводити процес кавітаційної обробки суміші кормів в безперервному потоковому режимі. Це призводить до зменшення ефективності процесу подрібнення компонентів суміші кормів.

Кормоготувальний агрегат (патент України № 55997) містить раму, на якій встановлений привід, бункер зерна, переробну ємність, подрібнювач, який містить рухомий ротор з лопатями і нерухомі органи-жорна, встановлені з утворенням зазору з ротором, також патрубки та запірні клапани для можливості подачі і приймання матеріалу. Ротор відцентрового дискового подрібнювача закріплений в корпусі на валу та має крім лопатей у формі дуги, які рівномірно розташовані по зовнішньому контуру кільцевого двостороннього торцевого вінця, на робочій площині якого виконані заглиблення, ще додаткові лопаті, та гострокутні зубці, які знаходяться між ступицею та кільцевим двостороннім торцевим вінцем, ротор встановлений між двома нерухомими кільцевими жорнами, які мають торцеві кільцеві вінці з заглибленнями, та кільцеву конусну частину з відповідними гострокутними зубцями, корпус подрібнювача має вхідний отвір для можливості приймання суміші та напірний вихідний патрубок (рис. 3.5). [29]

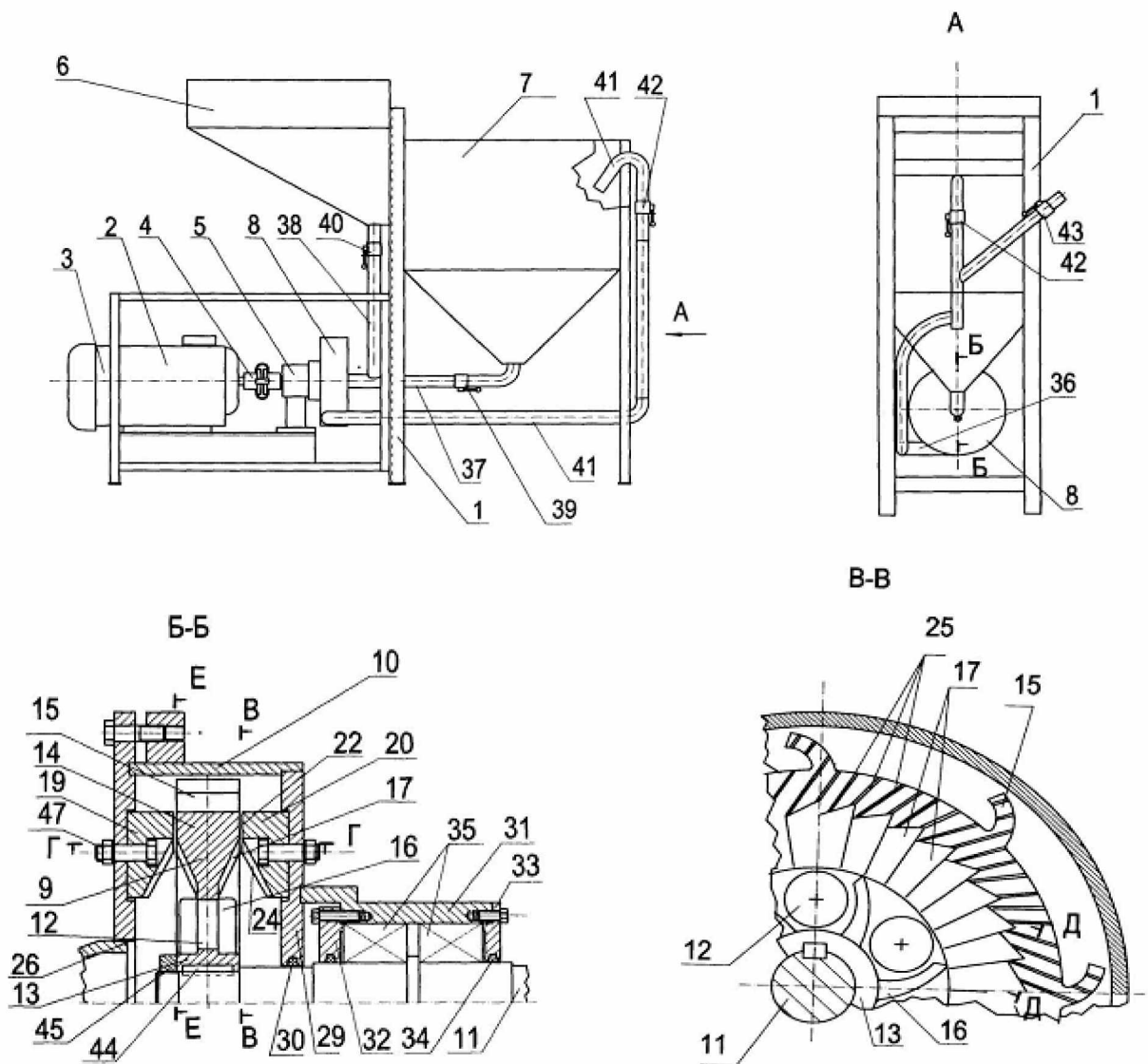
До недоліків зазначеного пристрою можна віднести обмеження на функціональні можливості, які не дозволяють проводити процес кавітаційної обробки суміші кормів в безперервному потоковому режимі, що робить весь процес приготування рідкої кормосуміші довготривалим в часі.

Установка для знезараження рідких кормів (патент Російської Федерації № 2366270) містить ємність, що має направляючу решітку, закріплені на приводному валу послідовно два ряди ножів, ротор з всмоктуючим отвором і лопатями на статорі з кавітаційними пристроями. Кавітаційні пристрої розташовані в кільці статора радіально і в них послідовно розміщені насадки Вентурі і насадка Борда (рис. 3.6). [30]

До недоліків зазначеної установки слід віднести її обмеження на функціональні можливості через конструктивні особливості, які не дозволяють проводити процес кавітаційної обробки суміші кормів в безперервному потоковому режимі через отвори напрямної решітки, створюючи при цьому в оброблюваному середовищі ефект пульсації потоку.

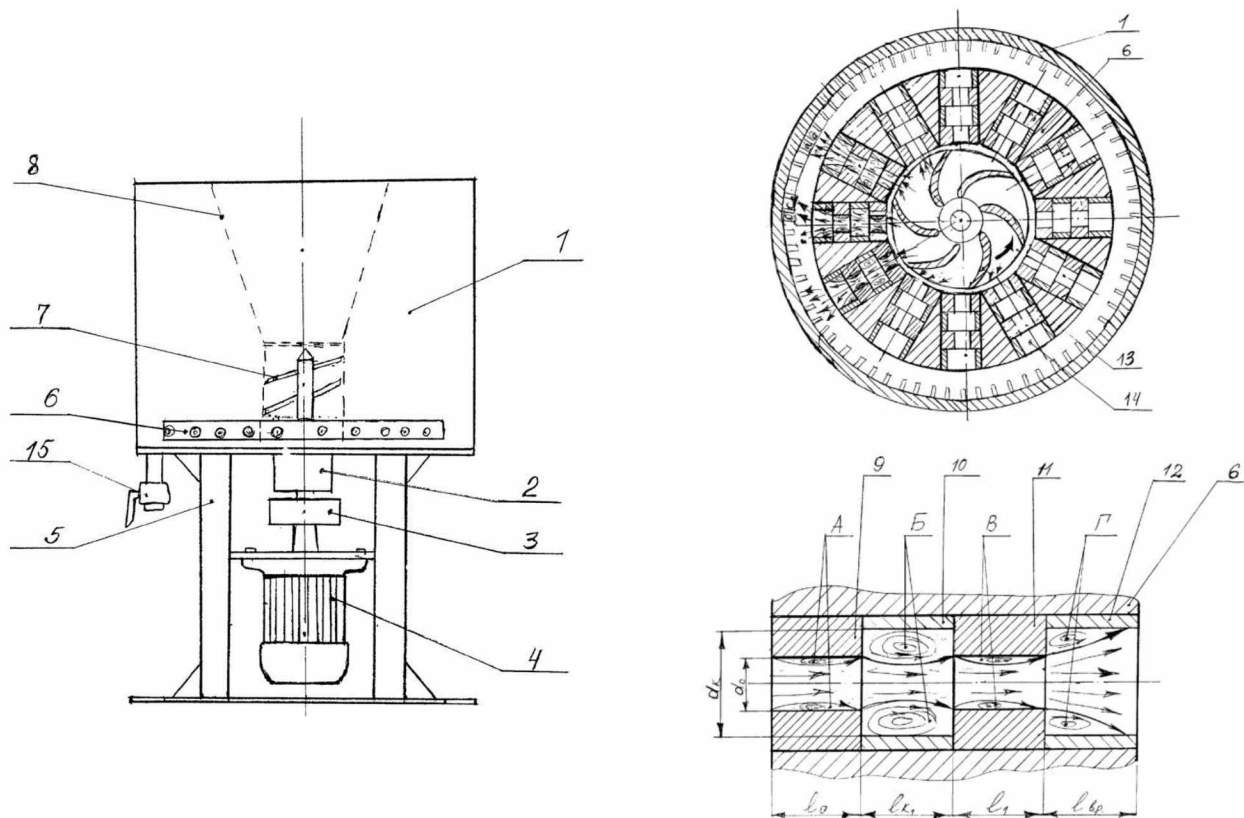
Всі вищезазначені конструктивні особливості установок та їх робочих органів суттєво впливають як на якість, так і ефективність процесу кавітаційної

обробки компонентів суміші кормів в рідкому середовищі й роблять весь процес приготування кормосуміші малоефективним й довготривалим в часі.



1 – рама; 2 – привід; 3 – електродвигун; 4 – з'єднувальна муфта; 5 – підшипникова опора; 6 – бункер зерна; 7 – переробна ємність; 8 – подрібнювач; 9 – ротор; 10 – корпус; 11 – валу; 12 – отвори; 13 – ступиця; 14 – вінець; 15, 16 – лопаті; 17 – гострокутні зубці; 19, 20 – жорна; 21, 22 – вінці; 23, 24 – зубці; 25 – заглиблення; 27 – труба; 29 – стінка; 30 – ущільнювальне кільце; 31 – підшипникова опора; 32, 33 – кришки; 34 – ущільнювальне кільце; 35 – підшипник; 36 – патрубок; 37, 38 – труби; 39, 40 – клапани; 41 – труба; 42, 43 – клапан; 44 – шпонка; 45 – гайка

Рисунок 3.5 – Кормоготувальний агрегат (патент України № 55997) [29]



1 – ємність; 2 – приводний вал з корпусом підшипників; 3 – муфта; 4 – електродвигун; 5 – рама;
 6 – кільце статора з гідравлічними кавітаційними пристроями; 7 – ножі; 8 – напрямна решітка;
 9-11 – круглоциліндричні насадки Вентурі; 10 – резонуюча камера; 12 – насадки Борда; 13 –
 ротор; 14 – гідравлічне кавітаційне пристрій в зборі; 15 – сливний кран

Рисунок 3.6 – Установа для знезараження рідких кормів (патент Російської
 Федерації № 2366270) [30]

4 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОТОРНО-КАВІТАЦІЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА КОРМОСУМІШЕЙ

Враховуючи недоліки існуючих конструктивних особливостей диспергаторів, задачею є розробка роторно-кавітаційного диспергатора, в якому забезпечується швидке і якісне подрібнення та знезараження складових корму шляхом більш інтенсивної гідравлічної й кавітуючої дії на них, а також забезпечується потоковий (без пульсації потоку) режим кавітаційної обробки компонентів суміші кормів за замкненим циклом. Це забезпечується організацією безперервної подачі оброблюваного середовища в зону дії робочого органу, що робить процес кавітаційної обробки компонентів кормової суміші енергоощадним і високоефективним.

Конструктивно-технологічна схема роторно-кавітаційного диспергатора представлена на рисунку 3.6. Розроблений роторно-кавітаційний диспергатор працює наступним чином.

Робочу камеру 1 заповнюють водою. Після цього запускають електродвигун, який обертає привідний вал 3 і розміщені на ньому ножі 4 й 5, ротор 8 та рідину.

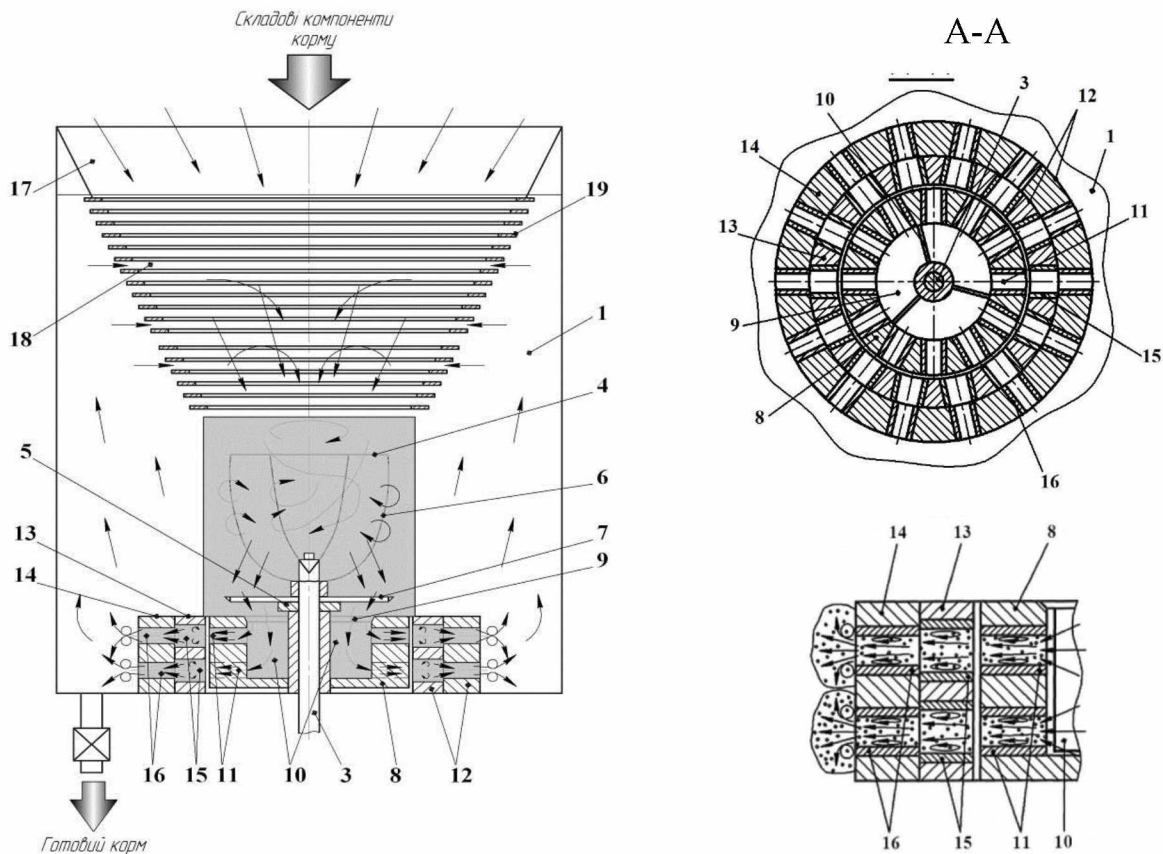
Потім в робочу камеру 1 завантажують компоненти кормової суміші. Компоненти кормової суміші самопливом переміщуються по верхній та нижній частині конусоподібної направляючої 2.

Перший і другий етапи подрібнення. Суміш проходить послідовно через два ножі 4 і 5. Подрібнення компонентів суміші проходить за рахунок криволінійної ріжучої кромки 6 і 7.

Потім після двох етапів подрібнення ножами 4 і 5 компоненти кормової суміші самовсмоктуванням, що утворюють радіальні лопаті 10, по всмоктуючому отвору 9 потрапляють у вхідну порожнину циліндричної частини ротора 8.

Третій етап подрібнення. Далі суміш потрапляє у встановлені в бічних стінках ротора 8 в два ряди зі зміщенням та певним кроком отвори гідравлічних кавітаційних пристроїв 11, що виконані у вигляді насадки Вентурі. При

перекритті отворів гідравлічних кавітаційних пристроїв 11 бічними стінками внутрішнього кільця 13 статора 12 відбувається різке підвищення тиску – прямий гідравлічний удар. Таким чином суміш послідовно обробляється гідроударами.



- 1 – робоча камера; 2 – конусоподібна направляюча; 4, 5 – ножі; 6 – криволінійна ріжуча кромка; 7 – прямолінійна ріжуча кромка; 8 – ротор; 9 – циліндр із всмоктуючими отворами; 10 – радіальні лопаті; 11 – гідравлічні кавітаційні пристрої (насадки Вентурі); 12 – статор; 13, 14 – внутрішній і зовнішній коаксальні кільця; 15, 16 – гідравлічні кавітаційні пристрої (насадки Борда)

Рисунок 3.7 – Конструктивно-технологічна схема роторно-кавітаційного диспергатора

Четвертий етап подрібнення. У момент суміщення отворів гідравлічних кавітаційних пристроїв 11 з отворами гідравлічних кавітаційних пристроїв 15 і 16 статора 12 суміш отримує велику кінетичну енергію в отворах гідравлічних кавітаційних пристроїв 11, і надходить спочатку в два ряди отворів гідравлічних кавітаційних пристроїв 15 внутрішнього кільця 13, які виконані у вигляді насадки

Борда. При цьому відбувається різке падіння тиску з одночасним падінням швидкості руху суміші. На вході в насадки Борда утворюються кільцеві зони, в яких відбувається схлопування бульбашок рідини суміші, що призводить до додаткового руйнування від знакоперемінних навантажень.

П'ятий етап подрібнення. Потім потік суміші розширюється, вирівнюється і заповнює всі насадки Борда й рухається далі в гідравлічні кавітуючі пристрої 16 зовнішнього кільця 14, які виконані у вигляді насадки Вентурі. При цьому відбувається різке підвищення тиску з одночасним зростанням швидкості руху суміші й утворення в середині насадок Вентурі кільцевих зон підвищеного тиску. У цих зонах відбувається додаткове руйнування частунок суміші від знакоперемінних навантажень.

Шостий етап подрібнення. Далі потік суміші насичений кавітаційними бульбашками, з великою швидкістю врізається в шар суміші, яка знаходиться між зовнішнім кільцем 14 і робочою камерою 1. Напроти кожного отвору гідравлічного кавітаційного пристрою 16 утворюються коловоротні зони схлопуваних кавітаційних бульбашок. Велика сумарна кількість утворення кавітаційних бульбашок забезпечує інтенсивний дифузійний обмін між рідкою та газовою фазами, в результаті чого відбувається гомогенізація, розігрівання та знезараження оброблюваного середовища й прискореного активуючих реакцій. Потім частково гомогенізована суміш переміщаються вгору до нижньої частини 18 конусоподібної направляючої 2, яка виконана у вигляді коаксиально розміщених на певній відстані одне від одного кілець 19.

Після завершення приготування кормова суміш надходить до годівниць.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу літературних джерел і публікацій встановлено, що: виробництво кормів і кормових добавок на основі гомогенізації-диспергації-кавітації є економічно ефективним сучасним методом, що забезпечує поліпшення біохімічних якостей кормів; метод дозволяє використовувати всю гаму компонентів польового кормовиробництва; кавітаційна обробка надає м'яку дію на білковий комплекс рослинної сировини, забезпечує високу ступінь емульгації жирів, що призводить до підвищення на 6,3 % його перетравлюваності тваринами; 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 %); диспергування зеленої маси з кавітаційним ефектом забезпечує максимальне екстрагування компонентів із зруйнованої рослинної клітини.

2. На підставі аналізу ефективності процесу диспергації – кавітації, фізико-хімічного стану сировини і можливості компонування трьох видів сировини для одержання повноцінної кормової білково-вуглеводно-вітамінної добавки розроблена технологічна модель процесу енергоощадного виробництва кормової добавки для модульної установки продуктивністю 100 кг.

3. В результаті аналізу існуючих конструктивних особливостей диспергаторів розроблена конструктивно-технологічна схема роторно-кавітаційного диспергатора, в якому забезпечується швидке і якісне подрібнення та знезараження складових корму шляхом більш інтенсивної гідравлічної й кавітуючої дії на них, а також забезпечується потоковий (без пульсації потоку) режим кавітаційної обробки компонентів суміші кормів за замкненим циклом.

Список використаних джерел

1. Боков В. А. Основы экологической безопасности / В. А. Боков, А. В. Лущик // Учебное пособие. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.
2. Дегодюк Е. Г. Еколого-техногенна безпека України / Е. Г. Дегодюк, С. Е. Дегодюк. – К.: ЕКМО, 2006. – 306 с.
3. Иванов Ю.А., Скоркин В.К. Тенденции развития технологий и технических средств в молочном скотоводстве // Техника и оборудование для села. – 2006.– № 4. – С. 22 – 24.
4. Машини для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
5. Шацький В. В. Підвищення якості функціонування механізованих процесів приготування кормів на молочних фермах: дис. д-ра техн. наук: 05.05.11 / УААН; Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»; – Глеваха.- 2004.- 407 с.
6. Дурст Л. Кормление сельскохозяйственных животных./Л.Дурст. М.Виттман.-под ред. Ибатуллина И.И., Проваторова Г.В. - Винница: Нова книга, 2003.-384с.
7. Рекомендації з механізованих технологій кормозабезпечення скотарства, адаптованих до міжнародної системи якості ISO-9001. Шацький В.В., Воронін Л.С. та інші. Інститут механізації тваринництва НААН України.- Запоріжжя: ІМТ НААН, 2010.-31с.
8. Артиш В.І. Порівняльна оцінка інтенсивного та екологічно чистого ведення сільського господарства / В. І. Артиш // Економіка АПК. – 2005. – № 10, С. 20-23.
9. Шлапак В. О. Створення інфраструктури виробництва та маркетингу екологічно чистої овочевої продукції в Україні / В. О. Шлапак, В. М. Чопенко // Економіка АПК. – 2004. – № 1, С. 135-137.
10. Скрыль И. И. Кавитационная технология и оборудование для производства жидких кормов [Интернет ресурс] / И. И. Скрыль, А. Н. Ковальчук // Материалы международной заочной научной конференции «Проблемы современной аграрной науки», 15 октября 2011 г. / Красноярский государственный аграрный университет. –

Красноярск. – КГАУ, 2011.

11. Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах / Животноводство // Журнал "АПК Эксперт", 2011. – № 3 (24). – С. 82-85.

12. Способ кавитационного приготовления жидких кормов и установка для его осуществления» Технология приготовления кормов XXI века : инно-вационный проект [Интернет ресурс] / База данных «Инновационные и инвестиционные проекты» // Официальный сайт регионального информационно-инновационного центра бизнес-инноваций. – 2007–2012 © Инновации - Бизнесу. Инновации и инвестиции в прорывные технологи. – Россия. – Алтайский край.

13. Использование технологий гидродинамического кавитационного диспергирования для производства пастообразных питательных кормов для животных : инновационный проект [Интернет ресурс] / ООО «НПП ЭКО-БИОН», ООО «БАСМ». – Воронеж, 2012.

14. Информационные материалы к комплексной оценке конкурентно-пособности техники и технологий для животноводства. Справочник, издание 3-е переработанное и дополненное / Сичкарь В.Ф., Шацкий В.В., Сичкарь А.В.; под ред. В.Ф. Сичкаря/. – Запорожье: ПЦ «ЧАС». 2006.-226 с.

15. Производство белковых кормов и добавок к ним на основе кавита-ционного измельчителя [Интернет ресурс] / Федеральное Государственное Унитарное Предприятие Внешнеэкономическое Объединение. – Сайт ФГУП “Лицензинторг”, 2012 - Режим доступа: http://www.licenz.ru/protein_feed.html.

16. Смоляр В.І. Підвищення м'ясної продуктивності свиней. <http://www.ndipvt.org.ua/konf4/3/2.htm>.

17. Мошкutelо И. И. Научно-практические основы формирования инно-вационной технологии "cavikorm®" и их экспериментальная апробация на свиноводческих комплексах / И. И. Мошкutelо // ВИЖ РАСХН, ООО «Кавикорм». – Научно-практический се-минар «Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах» в рамках 16 - й Международной выставки «Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2011», 3 февраля 2011 г. : итоговые материалы. – М, 2011. – С. 13-17.

18. Ковалёв А. В. Технология влажного гомогенного кормления сви-ней, как инструмент повышения рентабельности и конкурентоспособности про-мышленных свинокомплексов / А. В. Ковалёв // Материалы международной конференции "Инновационные пути развития свиноводства в России" ("Свиноводство - 2011"). – Международная промышленная академия, 14-16 ноября 2011 г. – Пищепромиздат, 2011.

19. Тимофеев Н. П. Растительный белок и регуляция его уровня в кор-мопроизводстве [Интернет ресурс] / Н. П. Тимофеев // Агенство научно-технической информации. – Научно-техническая библиотека: статьи и пуб-ликации. – Источник: SciTecLibrary.ru, 2003. – Режим доступа: <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/6494.html>.

20. Производство белковых кормов и добавок к ним на основе кавита-ционного измельчителя [Интернет ресурс] / Федеральное Государственное Унитарное Предприятие Внешнеэкономическое Объединение. – Сайт ФГУП “Лицензинторг”, 2012 - Режим доступа: http://www.licenz.ru/protein_feed.html.

21. Пат. 74084 Российская Федерация, МПК В06В1/20. Кавитационный гидроударный диспергатор [Текст] / Мозговой В. Г., Алтухов А. М. ; заяви-тель и патентообладатель Мозговой В. Г., Алтухов А. М. – № 2008107489/22; заявл. 26.02.08 ; опубл. 20.06.08, Бюл. № 17. – 3 с.

22. Минзанова С. Т. Технологические аспекты получения кормовых добавок из амаранта [Интернет ресурс] / С. Т. Минзанова, В. Ф. Миронов, Н. А. Соснина, Выштакалюк А. Б. и др. // Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН. – ©exdat 2000-2012. – Режим доступа : <http://rudocs.exdat.com/docs/index-66067.html>.

23. Открытие завода кормовых добавок «Кавикорм-Лебяжье» [Интернет ресурс] / Раздел «Репортажи» // Научно-производственный журнал Моло-чное и мясное скотоводство. – Режим доступа : [http://www.skotovodstvo.com/ Reportage/Cavikorm-2011.html](http://www.skotovodstvo.com/Reportage/Cavikorm-2011.html).

24. Антонюк А. П. Технология производства белково-витаминных мине-ральных кормо-вых добавок из отходов пищевой и перерабатывающей про-мышленности / А. П.

Антонюк // Материалы международной конференции "Инновационные пути развития свиноводства в России" ("Свиноводство - 2011"). – Международная промышленная академия, 14-16 ноября 2011 г., Пищепромиздат, 2011.

25. Ковалёв А. В. Технология влажного гомогенного кормления свиней, как инструмент повышения рентабельности и конкурентоспособности промышленных свинокомплексов / А. В. Ковалёв // Материалы международной конференции "Инновационные пути развития свиноводства в России" ("Свиноводство - 2011"). – Международная промышленная академия, 14-16 ноября 2011 г. – Пищепромиздат, 2011.

26. Кормоприготовительные агрегаты серии «Мрия» [Интернет ресурс] / Общество с ограниченной ответственностью Научно-Производственный Внедренческий Центр Академии Инженер-ных Наук Украины // Официальный сайт ООО НПЦ АИНУ. – Режим доступа : <http://agrokorm.info/ru/kormoagregat/1/>.

27. Мещеряков И.В., Анушенков А.Н. Некоторые принципы изучения многоступенчатого проточного устройства гидроударно-кавитационного – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s008/s008-014.pdf>.

28. Пат. 49020 України, МПК (2006) B01F 7/00. Кавітаційний енергетичний апарат / Бисько Р. М., Зайченко Л. М., Паскалов В. П., Яхно О. М.; завник і патентовласник: Яхно О. М. – № 98126605; заявл. 16.09.2002; опубл. 15.08.2000, бюл. № 3.

29. Пат. 55997 України, МПК (2009) B02C 7/00 B02C 7/18 (2006.01) B02C 9/00. Кормоготувальний агрегат / Соляник М. Б.; завник і патентовласник: Соляник М. Б. – № u201012967; заявл. 27.12.2010; опубл. 27.12.2010, бюл. № 24.

30. Пат. 2366270 Российская Федерация, МПК A23K1/00. Способ приготовления обеззараженных жидких кормов и установка для его осуществления / Петраков А. Д., Радченко С. М.; заявитель и патентообладатель Петраков А. Д., Радченко С. М. – № 2008107219/13; заявл. 2008-02-26; опубл. : 10.09.2009 Бюл. № 25.