

УДК 622.75:629.7

Уминський С., канд. техн. наук, Інютин С., інж. (Одеський державний аграрний університет)

Технологія отримання рідких кормів з використанням гідродинамічного обладнання

Обґрунтовано можливість використання гідродинамічних апаратів для процесу виготовлення рідких кормів.

Ключові слова: гідродинамічний випромінювач, акустична хвиля, відбивач.

Вступ. Акустична рідкофазна обробка матеріалів знайшла застосування в сільгоспмашинобудуванні і агровиробництві. Гідродинамічні випромінювачі – пристрої, що перетворюють частину енергії рухомої рідини в енергію акустичних хвиль. Робота гідродинамічного випромінювача ґрунтується на генеруванні збурень в рідкому середовищі у вигляді деякого поля швидкостей і тиску під час взаємодії рухомої рідини з нерухою або рухою перешкодою певної форми і розмірів.

Проблема. Приготування кормів високої якості підвищеної засвоюваності, що пройшли кавітаційне знезараження, для відгодівлі свиней, молодняку великої рогатої худоби, а також як кормові добавки для дорослих тварин є актуальним завданням. Існуючі технології мають такі недоліки:

- відсутність розмелу і диспергування зерна, що перешкоджає більш повному засвоєнню поживних речовин, які містяться в зерні;

- недостатній бактерицидний вплив на компоненти приготовленого корму і відсутність боротьби з мікотоксинами, частина з яких переходить у м'ясо та інші продукти – такі, як молоко і яйця, де накопичується мікотоксини, створюючи ефект токсичного синергізму.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомий спосіб одержання корму з фуражного зерна, коли зерно замочують у воді протягом шести годин, потім воду зливають і зерно перемішують з мохами – сфагнумом, нарізаним довжиною 1-3 см, доза якого становить 10-20 кг сухої речовини мохів га 1 тону

сухого зерна. Пророщене в такий спосіб зерно згодують разом із субстратом мохів – сфагнумом тваринам (патент № 2230459 від 20.06.2004 р.) [1]. Недоліками цього способу одержання корму є:

- відсутність розмелу й диспергування зерна, що не дозволяє повністю засвоїти поживні речовини, які містяться в зерні;

- відсутність технології виділення із зерна крохмалю й переходу його в сахари, які легко (90-100%) засвоюються у шлунку свиней, та у рубці корів;

- недостатній бактерицидний вплив на компоненти корму й відсутність боротьби з мікотоксинами, що містяться в зерні.

Відомий також спосіб одержання корму з фуражного зерна, коли зерно замочують у воді на шість годин, потім воду зливають і зерно змішують із сапропелем у кількості 15-25 кг на 1 тону сухого зерна. Зерно пророщують протягом 4-5 діб і згодують тваринам разом із сапропелем (патент № 2230460 від 20.06.2004г) [2].

Недоліком цього способу одержання корму з фуражного зерна є:

- відсутність розмелу й диспергування зерна, що дозволяє тваринам повністю засвоювати поживні речовини, що містяться в зерні;

- відсутність технології знищення бактеріальної флори, яка «приїхала з поля», і мікотоксинів, що містяться в зерні;

- відсутність технології переходу крохмалів у сахари

для більш швидкого засвоєння.

Відома й така технологічна лінія для готування кормів, як «Тихенко-Аргус» (патент Росії № 2223013 від 10.02.2004 р.) [3], що включає послідовно з'єднані і технологічно зв'язані дозавантажувальний пристрій, транспортер, магнітну колонку, робочу ємність, подрібнювач для циклічної переробки сировини.

Сировину для готування корму, наприклад, у вигляді фуражного зерна, засипають у завантажувальний пристрій, з якого транспортером вона надходить в очисник сировини. Очистившись від механічних домішок, сировина надходить у дозатор, куди одночасно додають різні добавки, що поліпшують поживність корму. У місткість диспергатора заливають воду, запускають насос і транспортером подають у місткість сировину. За допомогою диспергатора під дією сил кавітації високочастотного резонансу, механічного розмелу, емульгування й теплового розігріву при руйнуванні міжклітинних і міжмолекулярних зв'язків відбувається утворення пастоподібного корму для тварин.

Недоліками такої технологічної лінії для готування кормів є:

- мала щільність кавітації в робочих органах здрибнювання «Аргус» через те, що отвори каналів у кільцях ротора й статора виконані у вигляді дозвуків сопел, профіль яких призначений для газів, а не для рідин;

- виготовлення каналів у статорі у вигляді отворів з виходом оброблюваної суспензії через торцеві поверхні, що не сприяє підвищенню щільності кавітації, а отже, підвищенню ефективності технологічної лінії.

Мета досліджень: розробити спосіб кавітаційного готування рідких кормів і установку для його здійснення, що дозволить в умовах тваринницьких ферм готувати повноцінні, знезаражені корми, які легко засвоюються, минаючи фазу готування комбікормів з фуражного зерна, відходів зернопереробки, побічних продуктів зернопереробних підприємств, харчових відходів тощо, з рослинної сировини, грубих і соковитих кормів; розробити технологічну лінію для кавітаційного готування кормової добавки на основі гуматів (гумату натрію або калію), лінії для кавітаційного готування комбікормової складової корму з фуражного зерна (зерна злаків і бобових культур) і відходів зернопереробки (дробленого зерна, насіння бур'янистих рослин тощо), лінії кавітаційного готування складової корму з рослинної сировини, грубих кормів (соломи, сіна, силосу, сінажу) і відходів зернопереробки (лушпайок, полови, шроту, макухи тощо).

Результати досліджень. Кавітаційний спосіб одержання кормової добавки на основі гумінових кислот і гуматів (гумату натрію або калію) полягає у кавітаційному диспергуванні торфу або бурого вугілля у водяному розчині лугів до повного виходу гумінових кислот з наступним одержанням гуматів шляхом додавання гідроксидів і карбонатів натрію й калію. Кавітаційне диспергування здійснюється до досягнення температури суміші 80–90 °С, за якої відбувається «згущення» суспензії. Гумати, потрапляючи разом з їжею в шлунок тварин, підвищують проникність клітинних мембран, тим самим сприяючи наповненню калієм внутрішньоклітинної рідини, що прискорює поділ клітин.

Одночасно в клітинах завдяки додатковому запасу енергії інтенсифікуються фізіологічні процеси.

Мікроелементи, що втримуються в бурих вугіллях, (магній, марганець, мідь, молібден, селенів, йод та ін.) задовольняють потреби організму тварини і сприяють наповненню необхідною енергією для кісткового утворення й загальної активації організму (наприклад: марганець бере участь в окислювально-відновних процесах і є складовою частиною ферментів, мідь бере участь у процесах окислювання, підсилює інтенсивність дихальних процесів (без неї утруднений синтез білка), йод може входити до складу вільних амінокислот і відповідно білків).

Гумати, приготовлені з торфу, особливо ефективні у водних розчинах, тому що вода є найважливішою частиною раціону, що забезпечує плин обмінних реакцій, травлення, виведення із сечею продуктів обміну речовин, особливо наявним у даному продукті абсорбентом у вигляді невеликої кількості активованого вугілля в сполученні з гуміновими кислотами.

Вміст основних компонентів у кормовій добавці визначають вихідним складом використовуюваного торфу, бурого вугілля, вміст у якому природно-гідратованих гумінових кислот повинен становити не менш 20%, а зольність не перевищувати 30%. У разі недостатності окремих мікроелементів у вихідному складі необхідно їх поповнити з інших джерел. Під час проходження суміші торфу або вугілля з водою через кавітаційний диспергатор [4, 5, 6, 7, 8, 9], у конструкційно задуманих місцях якого існують зони зниженого й підвищеного тиску, суміш піддається різким знакозміним навантаженням. При зниженні в суміші тиску нижче тиску насичених водяних парів (залежно від тиску й температури) у суміші, яка інтенсивно закипає, утворюється безліч кавітаційних пухирців. Під час переміщення суміші в зону підвищеного тиску пухирці зникають, лопаються, у точках зникнення яких, як відомо, виникають локальні зони з високими температурами й тисками. Якщо пухирці зберегли на момент кулясту форму, то всі колізії відбуваються в центрі колишнього пухирця, а якщо форма пухирця була деформована гідродинамічними впливами, то відбувається утворення високоенергійних кумулятивних струменів. Породжувані ними ударні хвилі мають енергію, яка перевищує не лише Ван-Дер-Вальсовські зв'язки, але й С-С зв'язок в органічних сполуках, що забезпечує дезінтеграцію й деструкцію компонентів торфу й вугілля, ініціюються й інтенсифікуються фізико-хімічні процеси переробки вихідної сировини.

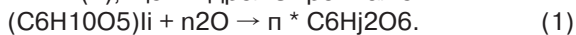
Кавітаційний спосіб приготування рідких комбікормів з фуражного зерна (зерна злаків і бобових культур) і відходів зернопереробки (дробленого зерна, насіння бур'янистих рослин тощо), полягає в кавітаційній обробці фуражного зерна, яку здійснюють шляхом кавітаційного диспергування у водяному розчині фуражного зерна, (зерна злаків, бобових культур і відходів зернопереробки) до досягнення температури суміші 60–80 °С, за якої відбувається перехід крохмалів у легкозасвоювані речовини й клейстеризація отриманої суспензії. Такими речовинами найчастіше бувають моносахариди, дисахариди, трисахариди (глюкоза, фруктоза, сорбоза, мальтоза, галактоза й т.п.).

У кавітаційному способі готування складових рідких кормів з рослинної сировини, грубих і стічних кормів, що включає кавітаційну обробку рослинної сировини,

грубих і соковитих кормів у водному середовищі й розігрівання суміші. Відомо, що в складному шлунку жуйних тварин клітковина частково перетравлюється й обробляється більшими колоніями мікроорганізмів, що населяють рубець. Для збереження моторики шлунково-кишкового тракту, частину кормів необхідно зберігати в першопочатковому або частково обробленому вигляді, а меншу частину бажано кавітаційно подрібнити, розволокнути і частину клітковини (целюлози) перевести у крохмаль і сахари. У тварин, що мають однокамерні шлунки (коні, свині), грубі корми перетравлюються гірше, тому що перетравлювання і всмоктування основної кількості поживних речовин раціону відбувається в кишковнику. Для таких тварин попередня кавітаційна обробка грубих кормів, з метою переходу поживних речовин у легкозасвоювані форми дає значне підвищення їх продуктивності [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Суть кавітаційного впливу на рослинну сировину, грубі і соковиті корми полягає в наступному: клітковина (целюлоза), як і крохмаль, є природним полімером. Виявляється, що й ці речовини мають однакові за складом структурні ланки, а отже, таку ж молекулярну формулу (С₆H₁₀O₅)_n. Молекули целюлози та крохмалю відрізняються структурою. Молекули крохмалю мають лінійну, а найчастіше розгалужену структуру, молекули ж целюлози – лише лінійну структуру. Цим пояснюється, що целюлоза, яка має значно більше значення n, утворює такі волокнисті матеріали, як бавовна, льон, прядиво й т.п.

В процесі кавітаційного диспергування рослинної сировини у водяному розчині частина клітковини перетворюється в крохмаль, а під дією високих температур, в частині лопання кавітаційних пухирців, відбувається частковий гідроліз крохмалю в сахари. Сумарно гідроліз целюлози може бути виражений тим же рівнянням (1), що й гідроліз крохмалю.



Розроблена технологічна лінія для кавітаційного приготування рідких кормів включає:

- лінію кавітаційного готування кормової добавки на основі гуматів (гумату натрію або калію);
- лінію кавітаційного готування рідких комбікормів з фуражного зерна (зерен злаків і зернобобових культур);
- лінію кавітаційного готування рідких кормів з рослинної сировини, грубих і соковитих кормів.

Технологічна лінія для здійснення цього способу готування рідких кормів працює в такий спосіб: попередньо підсушені до вологості 25-30% торф або буре вугілля (більша частина яких має високу природну вологість, що робить їх липкими й здійснити їхнє подрібнення стає важко через залипання бункерів і тічок, забивання дробарок і подрібнювальних пристроїв), самоскидом доставляють до лінії приготування кормової добавки. Ваговим дозатором торф і буре вугілля направляються у змішувач, у який подаються вода й луг. Отримана суміш направляється в кавітаційний диспергатор, а після обробки знову повертається її в змішувач.

У процесі кавітаційного диспергування одночасно відбувається фізико-хімічне розкладання торфу й бурого вугілля на молекулярному рівні. Отримана за рахунок кавітаційних процесів торфо- або вуглеводне-на пастоподібна суспензія інтенсивно розігрівається й перемішується. Кавітаційну обробку торфу й бурого

вугілля проводять до повного виходу гумінових кислот. Якщо виникає потреба одержання гумінових кислот як товарного продукту, що надалі буде використаний за межами технологічної лінії, отримана суспензія направляється в місткість для зберігання гумінових кислот.

У випадку використання гумінових кислот і гуматів для приготування кормової добавки, в отриману суспензію додають гідроксиди, карбонати й гідрокарбонати калію, натрію або калію аж до повного перекаладу гумінових кислот у гумати калію або натрію. Для здійснення повного перекаладу гумінових кислот у гумати суспензію пропускають через кавітаційний диспергатор доти, доки її температура не досягне 80-90 °С. Отриманий продукт (темно-бурого або чорного кольору) має високу сорбційну, іонообмінну, комплексоутворюючу, желеутворюючу, флокулюючу, і біологічну активність. Надалі гумати подаються в збірний змішувач для змішування з іншими компонентами рідких кормів.

Фуражне зерно (зерна злаків і бобових культур або відходи зернопереробки), доставлені автомобілем, подаються ваговими дозаторами, а потім стрічковим конвеєром у змішувач. У змішувач заливається вода, необхідні мінеральні добавки й мікроелементи. Лопатвою турбіною злаки приводяться в зважений стан у змішувачі, потім зерноводяна суміш подається в кавітаційний диспергатор, а з нього назад у змішувач. У процесі кавітаційного диспергування здійснюється деструкція клітинних структур, виділяється в розчин крохмаль або клейковина.

Комбікорми з фуражного зерна й відходів зернопереробки готують кавітаційним диспергуванням у водяному розчині фуражного зерна, що являє собою зерна злаків і бобових культур, і відходів зернопереробки до досягнення температури суміші 60-80 °С, за якої відбувається перехід крохмалів у легкозасвоювані речовини й клейстеризація отриманої суспензії. В результаті гідролізу крохмалю найчастіше отримують глюкозу, фруктозу, сорбозу, мальтозу, галактозу тощо) [4, 5, 6, 7]. По закінченні кавітаційної обробки суміш надходить у збірний змішувач.

Рослинна сировина, грубі й соковиті корми, доставлені автомобілем, ваговими дозаторами, а потім стрічковим конвеєром, де відбувається магнітне видалення залізних деталей, подається в подрібнювач грубих кормів і далі – в змішувач. У змішувач подається вода, що перемішується мішалкою з рослинною сировиною, грубими й соковитими кормами, змочуючи й просочуючи їх, а після досягнення сумішшю рухливості направляється в кавітаційний диспергатор і назад у змішувач.

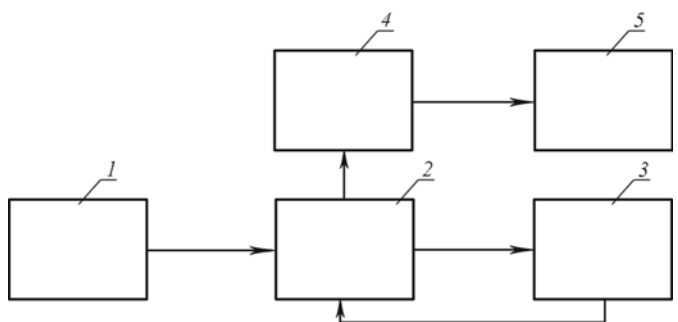


Рис. 1 – Технологічна схема способу приготування рідких кормів

В результаті кавітаційного впливу на одержувану суміш відбувається її подрібнення, разволокнення, утворення крохмалю з клітковини (целюлози) і її частковий гідроліз з виділенням сахарів. У процесі кавітаційного диспергування рослинної сировини й соковитих кормів відбувається руйнування насіння бур'янів, знищення гнильних і патогенних мікроорганізмів. Надалі приготовлена кормова суміш подається в збірний змішувач. Компоненти, які надійшли в збірний змішувач у необхідних пропорціях, і рідких кормів, гкі і пройшли кавітаційну обробку на своїх лініях (знезаражені, желеподібні й т.ін.), перемішуються, а потім гвинтовим конвеєром направляються в ємність для зберігання й видачі готових рідких кормів за призначенням.

Установка для приготування рідких кормів кавітаційним способом (рис. 1) працює таким чином [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Торф або буре вугілля, завезені самоскидом, після подрібнення до розміру 0-10 мм, ваговим дозатором 1 подається на стрічковий конвеєр, а потім – в змішувач 2. У цей же змішувач подаються у відповідній пропорції вода й луѓи. Суміш, що надходить зі змішувача в диспергатор 3, піддається інтенсивному диспергуванню, розігріванню, а по закінченні всіх фізико-хімічних процесів і розігріву отриманої суспензії до 80-90 °С товарні гумінові кислоти додаються в ємність. Для одержання гуматів в змішувач додають гідроксиди й карбонати калію або натрію й продовжують диспергатором обробляти суспензію до повного виходу гуматів, що завершується при досягненні суспензією температури 80-90 °С. Візуально вихід гуматів виражається в загущенні суміші. Далі отриману суспензію гуматів або перекачують у товарну ємність 4, або дозовано в збірний змішувач 5.

Для одержання комбікормової складової рідких кормів фуражне зерно й відходи зернопереробки, доставлені автомобілем, ваговими дозаторами, а потім конвеєром, направляються в змішувач. У цей же змішувач подається вода. Турбіною змішувача вода, зерно й відходи зернопереробки приводяться у зважений стан, а потім направляються в диспергатор і по трубопроводу повертаються назад.

У процесі кавітаційного диспергування й протікання фізико-хімічних процесів, суміш інтенсивно розігрівается й при досягненні температури 60-80 °С відбувається її клейстеризація. Суміш стає желеподібною і в ній починається гідроліз крохмалю, в результаті якого виділяються сахари. Отримана желеподібна суспензія дозовано направляється в збірний змішувач.

Для одержання рослинної складової рідких кормів, рослинна сировина, грубі й соковиті корми, доставлені автомобілем, дозаторами, а потім і конвеєром направляються в подрібнювач грубих кормів. Під час проходження через конвеєр з кормів магнітним віддільником видаляються залізисті деталі. Подрібнені корми направляються в змішувач, де вони змочуються й просочуються водою. Після набуття сумішшю рухливості вона направляється в диспергатор, а потім повертається в змішувач.

У процесі фізико-хімічного кавітаційного впливу [4, 5, 6, 7] грубі корми разволокнюються, суміш розігрівается, із клітковини частково виділяються крохмалі, частина з яких гідролізується в цукри. По закінченні

диспергування дозована суміш направляється в збірний змішувач. Всі компоненти рідких кормів, що надійшли в збірний змішувач, ретельно перемішуються, а потім гвинтовим конвеєром направляються в ємність для зберігання й видавання кормів.

Висновки. Рідкі корми, що їх готують з використанням гідродинамічного обладнання в будь-якому поєднанні компонентів, є екологічно чистими, мають підвищену засвоюваність та приємні смакові якості. Запропонована технологія може бути застосована в тваринницьких комплексах з великою кількістю тварин, а також в дрібних фермерських господарствах з невеликим числом тварин.

На великих свинарських комплексах приготовлений і знезаражений корм може подаватися по тупикових кормопроводах без промивання останніх, тому що корм не псується протягом трьох діб, що вигідно відрізняє заявлену технологію від технології «Гідромікс-сінхрон» (Німеччина), у якій кормопроводи промивають після кожної подачі корму (до десяти разів на добу). Виготовити устаткування для реалізації кавітаційного способу приготування кормів може будь-яке машинобудівне підприємство.

Список літератури

1. Спосіб готування корму: Патент Росії № 2230459 від 20.06.2004 р.
2. Спосіб готування корму з фуражного зерна. Патент Росії № № 2230460 від 20.06.2004 р.
3. Технологічна лінія для готування кормів «Тихенко-Аргус» (Патент Росії № 2223013 від 10.02.2004 р.)
4. Топілін Г.Є., Уминський С.М., Інютін С.В. Використання гідродинамічних апаратів у технологічних процесах. К.: ТЕС. – 2009. – 184 с.
5. Топилин Г.Е., Уминский С.М., и др. Использование гидродинамических аппаратов в агропроизводстве // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40. – Одеса, 2007. – 200 с. – С. 64-79.
6. Топилин Г.Е., Уминский С.М., и др. Определение параметров гидродинамического излучателя для аграрного оборудования // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40. – 2007. – 200. – С. 92-96.
7. Топілін Г.Є., Уминський С.М. Гідродинамічна установка для нагрівання рідини. Патент на корисну модель UA 31462 F25B29/00; заявл. 05.12.2007; опубл. 10.04.2008; бюл. №7.

Аннотация. Обоснована возможность использования гидродинамических аппаратов для процесса приготовления жидких кормов.

Summary. The opportunity of use hydrodynamical apparatuses for process of preparation of liquid forages is proved.

Стаття надійшла до редакції 9 листопада 2012 р.