

УДК 620.952

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ З ПОДРІБНЕННЯ ЛІСОВОЇ ФІТОМАСИ

Чаплигін Є.М., к.с.-г.н, доцент; Поляков Б.А., аспірант
Луганський національний аграрний університет (м. Харків)
e-mail: en.chaplygin74@gmail.com

В роботі розглянуті підходи до оцінки обсягів деревних відходів для подальшої їх переробки в якості кормової добавки для тварин. Обґрунтовано та визначено найбільш доцільні способи подрібнення деревної сировини хвойних і листяних порід, яка забезпечує зоотехнічні вимоги до подрібненої сировини зі зниженими витратами енергії. Встановлено залежності ефективності процесу подрібнення від конструктивно-технологічних параметрів подрібнювача.

Вступ. Подрібнення лісової фітомаси є необхідною технологічною операцією в переробній промисловості і широко використовується на комбикормових заводах та безпосередньо в сільськогосподарських підприємствах. Існуючі подрібнювачі, серед яких найбільш ефективними є молоткові дробарки, створювались для умов крупнотоварних виробництв і мають відповідну продуктивність, масу, потужність, що робить економічно недоцільним їх використання на сучасному етапі розвитку кормовиробництва малої продуктивності [1, 2].

Теорія подрібнення має багатовікову історію. Але загальновідомо, що складність процесу подрібнення обумовило відсутність єдиної теорії і потребує подальших досліджень з метою наукового обґрунтування нових технічних рішень. Особливо це стосується подрібнення гілкової та рослинної стеблової сировини, порівняльної оцінки подрібнювачів, оптимізації їх характеристик, моделювання процесів тощо.

Для раціонального використання потенціалу деревної біомаси необхідно вирішити декілька завдань. Одним з яких є технічне забезпечення процесу переробки деревини в деревний сілос деревоподрібнювальними машинами (деревоподрібнювачами).

Задачі дослідження:

- провести аналіз переробки ресурсів лісу в кормові продукти для зводоування тваринам та птиці;
- обґрунтувати та визначити найбільш доцільний спосіб подрібнення стеблової сировини хвойних порід, яка забезпечує зоотехнічні вимоги до подрібненої сировини зі зниженими затратами енергії;
- проаналізувати конструкцію подрібнювачів, які відповідають визначеному способу подрібнення;

Постановка проблеми. Значення ресурсів лісової фітомаси для кормовиробництва може бути охарактеризована кількістю вмісту в них поживних і біологічно активних речовин. Загальні валові ресурси поживних і біологічно активних речовин в деревній зелені, що утворюється при рубках лісу, величезні.

Досягнення науки і практики дозволяють розглядати лісові ресурси як перспективну сировинну базу для виробництва різних кормових продуктів і добавок, в яких потребує тваринництво. З них можна отримати грубі і соковиті корми (гілкові пластівці, кормове борошно, лісовий силос і т.д.), об'ємні корми підвищеної поживності (лісовий комбікорм, зцукрений корм, високопротеїновий корм та ін.), вуглеводні, вуглеводно-мінеральні, вуглеводно-протеїнові кормові і вітамінні добавки і ін. (рис. 1) [1, 2, 9].

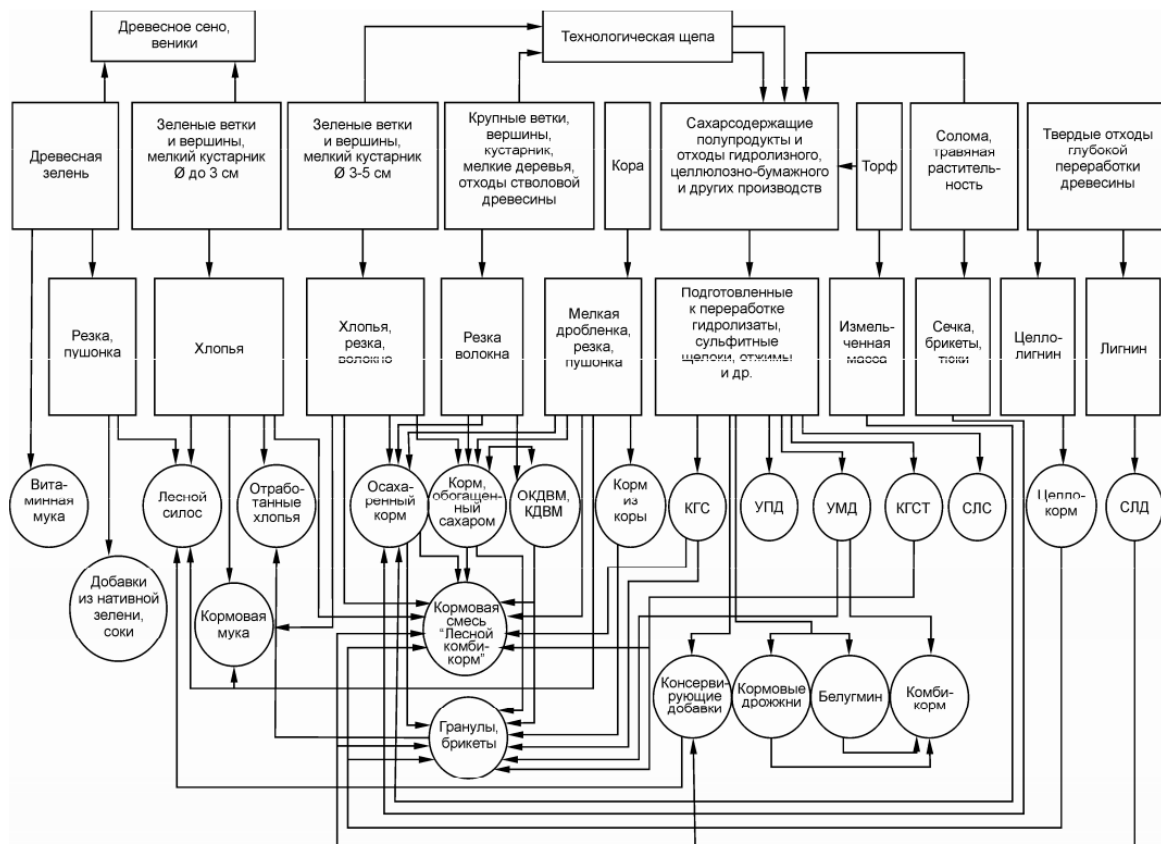


Рисунок 1 - Основні напрямки переробки ресурсів лісу в кормові продукти

Зелена фітомаса є найбільш фізіологічно доступною для тварин і цінною в загальнохарчовому і біологічному відношенні частиною лісової фітомаси.

До зеленої фітомаси відносяться листя і хвоя, деревна зелень, а також зелені гілки, в складі яких на частку зелених і нездеревнілих компонентів припадає більше половини всієї фітомаси. Класифікація кормів, що готуються з зеленої фітомаси лісу, наведена на рисунку 2.

Корма з натуральної зелені. Хвоя є більш дешевим джерелом каротину, ніж сіно, морква, рибачий жир, трав'яна мука. Кількість обмінної енергії, що

міститься в 1 кг свіжої підгодівлі, становить 4180-7524 кДж сухої речовини, причому енергетична цінність хвої через її знижене перетравлення менше, ніж зеленого листа. Натуральна хвоя може служити додатковим джерелом поживних і біологічно активних речовин протягом усього року, особливо взимку, листя - тільки в період вегетації [1, 2, 9].

Свіжий гілковий корм отримують зазвичай у вигляді гілкових пластівців шляхом подрібнення листяних (хвойних) гілок діаметром до 1-1,5 см на універсальній кормодробарці КДУ-2,0. При підвищеній в'язкості і вологості гілок, недостатньо калібровані по діаметру, коли в складі сировини трапляються гілки товщиною більше 1,5 см, сировину попередньо подрібнюють на силосному комбайні КС-2,6, косарках-подрібнювачах КУФ-1,8 або КІК-1,4, після цього дробленку подрібнюють до стану гілкових пластівців на молоткових дробарках КДУ-2,0, КДМ-2,0, КДМ-3,0, ІЗ-8. З 1 т кондиційної гілкової сировини отримують 1 т гілкових пластівців.



Рисунок 2 - Класифікація кормів, що готуються з зеленої фітомаси лісу

Лісовий силос. Силосування лісової фітомаси - один з прийомів її консервації, що дозволяє заготовляти про запас лісовий корм (рис. 2). Разом з тим в процесі силосування корм набуває нові властивості, зокрема кислий смак і приємний запах, які збуджують апетит у тварин і підвищують його поїдання. У ряді випадків підвищується і поживність корму [1, 2, 9].

Силосуванню може піддаватися будь-який вид лісової фітомаси, але краще використовувати свіже листя і хвою, деревну зелень, облиствені (охвоєні) гілки, кору молодих дерев, опале листя дерев всіх порід, за винятком nereкомендуємого для кормового використання. Для силосування відбирають гілки товщиною до 0,8 см. Силосування лісової сировини і деревних відходів ведуть по технологічним правилам приготування звичайних силосів з травянистої рослинності. При цьому необхідне швидке заповнення силосною масою траншеї, введення необхідної кількості закваски (2-2,5 л на 1 т гілкової маси), ретельне трамбування і повна герметизація.

Вітамінне борошно з деревної зелені. Залежно від деревної породи борошно буває хвойно-вітамінне - з деревної зелені ялини, сосни, кедр, ялиці сибірської і листяно-вітамінна - з деревної зелені берези, осики, сірої вільхи, верби. Вітамінне борошно (рис. 2) з деревної зелені є кормовою добавкою загальнохарчової і біологічно-активної дії, основну цінність якої складають протеїн і каротин. У борошні з деревної зелені міститься 7,2-16,6% протеїну. Особливо багато протеїну в борошні із зеленого листя (14-16,6%).

Деревна зелень, з якої готують вітамінну муку, включає в себе хвою і листя і не повністю здеревнілі гілки діаметром в місці зрізу до 6 см. Для приготування 1 т вітамінної муки в середньому витрачають 2,1-2,2 т хвойної і 2,4-2,5 т листкової деревної зелені. Щоб заготовити таку кількість деревної зелені, треба переробити 25-30 м³ відходів крон дерев.

На виробництво 1 т вітамінного борошна з чистих листів витрачається 3-5 т свіжого листя. Витрата трав на приготування трав'яної муки більше - 4,1-8,2 т.

Для приготування вітамінного борошна використовують пересувні установки СХБП-1,0, СХБП-2,0, стаціонарні агрегати вітамінного борошна АВМ-0,4, АВМ-0,65, АВМ-1,5А, СБ-1,5, установки ВО-101 і ін.

Кормове борошно з лісової сировини. На відміну від вітамінної муки з деревної зелені кормове борошно містить значно менше вітамінів, насамперед каротину, і більше клітковини, менше протеїну [3, 4].

Борошно кормове з лісової сировини (рис. 2) готують двох категорій: деревинно-вітамінне з тонких, діаметром до 3 см добре облистяних (охвоєних) гілок і вершин різних хвойних і листяних порід з вмістом зелені і нездеревнілих гілок не менше 50% (по масі); з дрібних слаболистяних (охвоєних) і великих, діаметром більше 3 см гілок різних порід з вмістом зелені і нездеревнілих пагонів не менше 20%, а також з кори осики і берези, відходів переробки осиковою і іншої деревини.

Технологія отримання кормового борошна з лісової сировини об'єднує дві добре відпрацьовані і освоєні в кормовиробництві операції: отримання подрібненого гілкового корму і сушку з подальшим тонким подрібненням для перетворення його в борошно. Для виконання цих операцій використовується те ж обладнання, що і для отримання гілкового корму і вітамінного борошна з лісової деревної зелені.

Кормові брикети. Брикетування деревної зелені направлено на її консервування, підвищення схоронності поживних речовин, а також

поліпшення поживності і повноцінності корми за рахунок включення в пресовану суміш відповідних компонентів.

В залежності від наявності сировинних компонентів і завдання зоотехнічної служби господарства брикети включають в себе соломку (50-30%) і хвойну лапку (50-70%).

Корми з деревної фітомаси. У світі проведені великі дослідження з використання тирси різних порід (осики, бука, вільхи, дуба, ялини, сосни та ін.) як часткового замітника грубого корму в раціонах великої рогатої худоби (м'ясного і молочного напрямків), свиней, овець і кіз. Рецепт гранул з тирсою (% по масі): дерть зернових - 5, трав'яна мука - 30, меляса - 2,5, сечовина - 1,5, кухонна сіль - 1. В 1 кг гранул міститься 0,58 корм. од. і 55 г перетравного протеїну [1].

Деревний корм піддають гранулюванню і брикетуванню. Гілковий, деревний матеріал і кору перед гранулювання необхідно подрібнити, збагатити поживними компонентами і ввести в нього сполучні речовини, що сприяють утворенню кондиційних гранул або брикетів (рис. 3).



Рисунок 3 – Гранульований деревний корм

Гранулювання (брикетування) лісового корму слід застосовувати при заготівлі запасу кормів. У гранульованому кормі добре зберігаються поживні речовини, вітаміни, він не злежується і не мерзне. Для гранулювання корму з лісових відходів слід застосовувати сухий спосіб. Діаметр гранул повинен бути 8-10 мм, щільність гранул - в межах 400-450 кг/м³.

Для отримання деревного корму методом екструзії використовують прес-екструдери для карбамідних концентратів ПЕК-125. Екструдуванию піддаються подрібнені лісові відходи з пластифікованими сполучними компонентами, які є одночасно живильними добавками (сечовина, гідролізний цукор, вуглеводно-мінеральна добавка). Частка сполучних компонентів повинна бути не менше 20%, сухість кормосуміші - 85-90%.

Отримання лісового комбікорма. Лісовий комбікорм - це об'ємна кормова суміш підвищеної поживності, максимально збалансована за поживними речовинами, вітамінного комплексу, що складається з різних компонентів, в

складі якої переважають компоненти, що отримуються з лісової сировини. Для цієї мети використовують гілкові пластівці, дрібну січку (різання), грубе волокно, тирса, борошно. Як об'ємистий компонент можна використовувати подрібнений верховий торф, соломку, сіно низької якості і інші відходи рослинництва (необхідно подрібнювати на частинки завдовжки не більше 2-5 см). Овес і ячмінь повинні бути плющені, кукурудза - дробленою до частинок розміром 2-6 мм, макуха - до розміру не більше зерна вівса, жита. Частка лісових компонентів в кормосуміші варіює від 20 до 60% [4, 5].

Технологічний процес отримання лісового комбікорма включає в себе такі виробничі операції, як подрібнення, додаткова підготовка сировини, змішування компонентів і запарювання кормосмеси, зберігання і відвантаження готового продукту. При отриманні продукту в гранульованому або брикетованому вигляді після змішування компонентів їх гранулюють або брикетують.

Виклад основного матеріалу.

Виробники пропонують різні моделі деревоподрібнювачів: малогабаритні, малопотужні, середньої потужності, високопотужні та великогабаритні; мобільні і стаціонарні; з приводом від автономних двигунів внутрішнього згоряння, ВВП енергозасобу та електродвигунів; з ручною і механічною подачею деревини тощо. Основними складовими вузлами машин є рама, живильний, різальний, транспортуєчо-викидний пристрій, опорно-ходова частина, гідравлічна і електрична системи, механізми приєднання до енергозасобу та приводу робочих органів. Деревоподрібнювачі комплектують різними типами різальних пристроїв: барабанними (рис. 4), дисковими (рис. 5), роторними та комбінованими дисково-молотковими і роторно-молотковими [6, 7, 8].

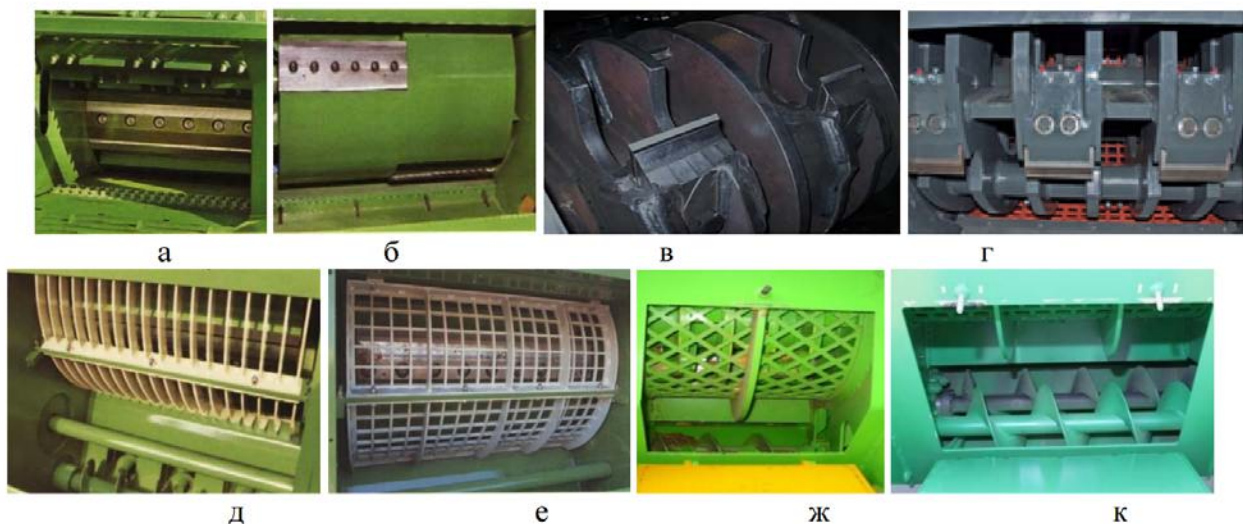


Рисунок 4 - Різальні барабани та решета деревоподрібнювачів барабанного типу: а – з суцільними ножами; б – з півножами; в, г – з швидкозмінними лезами; д – з поздовжніми отворами; е – з прямокутними отворами; ж – з ромбоподібними отворами; к – шнековий механізм подачі тріски в зону викидання

Деревоподрібнювачі дискового типу зазвичай укомплектовано комбінованим різальновикидним робочим органом. Принципової різниці в конструкціях живильних пристроїв деревоподрібнювачів з різними типами різальних пристроїв не існує. Проте конструкційне виконання різальних і транспортуючо-викидних пристроїв має суттєві відмінності. Дискові різальні пристрої за способами подрібнення дерева на тріску розділяють на кілька типів: з однофазним і двофазним подрібненням деревини.

Машини з однофазним різальним пристроєм подрібнюють деревину в тріску, довжина якої близько 12 см. Двофазний дисковий різальний пристрій в залежності від конструкції забезпечує вихід фракції тріски деревини від 0,5 до 2,5 см або від 0,5 до 12,0 см.

Виробники деревоподрібнювальних машин залежно від моделі встановлюють декілька типів різальних дисків (рис. 5, а; б; в; г; д), які комплектуються гладкими або ребристими ножами та комбінованими різачками, які складаються з основного ножа і пластинчастих вертикальних міні-ножів (рис. 5, ж; к; л) [6, 8, 9].

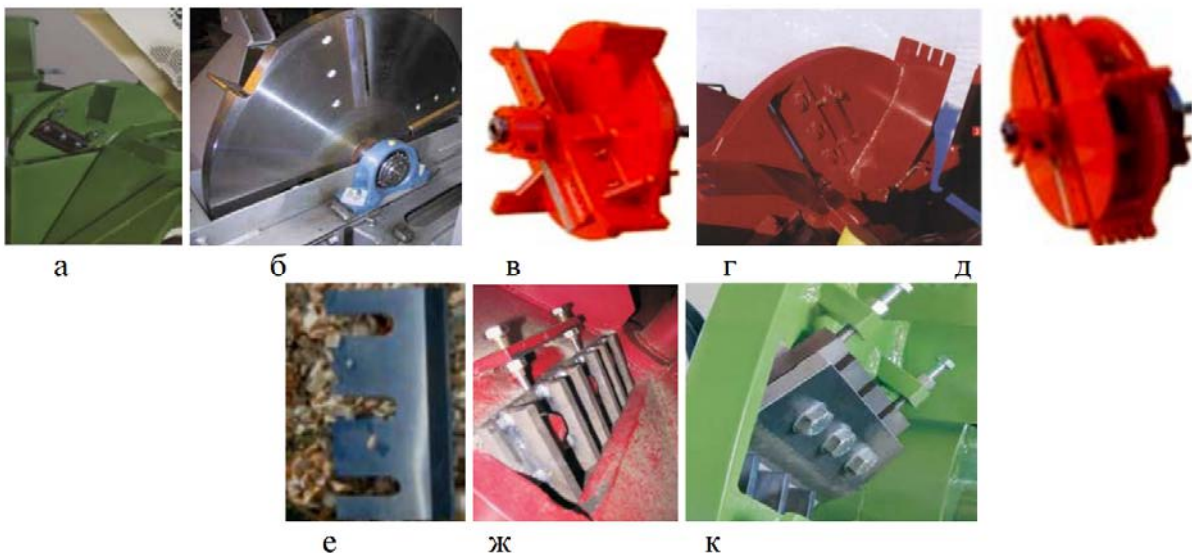


Рисунок 5 - Різальні диски та ножі: а, б, в – різальні диски машин для однофазного подрібнення; г, д – різальні диски машин для двофазного подрібнення; е, ж, к – гладкий та ребристий ножі і комбінований різак дисків

Для виробництва каліброваної тріски відповідних розмірів на деревоподрібнювачах OL 2700 NT (Oehler Maschinen, Німеччина), машинах для подрібнення деревини серії Н виробництва італійської фірми Pezzolato та деяких моделях інших виробників встановлюються камери, які обладнуються решетами та системами повторного подрібнення (рис. 6) [10, 12].

На світовому ринку техніки для подрібнення деревини представлені також моделі техніки з середньою та малою продуктивністю, а також малогабаритні машини, оснащені молотковим та роторними різальними пристроями. Так фірма Pezzolato (Італія) виготовляє причіпні машини серії S

(S4000, S7000), фірма VECOPLAN Maschinenfabrik GmbH (Австрія) – стаціонарний деревоподрібнювач VAZ 90/55, які комплектуються молотковим різальним пристроєм.



а



б

Рисунок 6 - Деревоподрібнювачі з дисковими різальними пристроями для виробництва каліброваної тріски: а – деревоподрібнювач OL 2700 NT; б – подрібнювальна камера деревоподрібнювачів серії Н виробництва фірми Pezzolato

Фірма Oehler Maschinen (Німеччина) виготовляє універсальні деревоподрібнювачі OL 2500 T, OL 3000 T, OL 2500 D, які укомплектовано роторними різальними пристроями. (рис. 7).



а



б



в



г



д

Рисунок 7 - Деревоподрібнювальні машини з молотковим та роторним різальними пристроями: а – деревоподрібнювач з молотковим різальним пристроєм S7000; б – молотковий різальний пристрій дерево подрібнювача VAZ 90/55; в – решето деревоподрібнювача S7000; г – деревоподрібнювач з роторним різальним пристроєм OL 2500 D; д – роторний різальний пристрій

Дані машини можуть також застосовуватися для виготовлення компостів з деревно-листяно-трав'яної суміші, для подрібнення різних видів рослинної сировини (листя, трави, стовбурів та гілок дерев, і деревних відходів). Молотковий різальний пристрій складається з ротора, до якого в три-чотири ряди кріпляться пластинчасті молотки та контр-молотків і решета. Основними складовими частинами роторного різального пристрою є барабан із змонтованими на ньому осями на яких шарнірно встановлено самозаточувальні ножі з високолегованої сталі [10, 11, 12].

Для виробництва тріски з деревини та компостів з деревно-листяно-трав'яної суміші машинобудівні фірми виготовляють також малогабаритні та малопродуктивні машини, оснащені комбінованими (зазвичай дисково-молотковими) різальними пристроями (рис. 8) [13, 14, 15].



Рисунок 8 - Деревоподрібнювачі з комбінованим різальним пристроєм: а – деревоподрібнювач К 5500 (Pezzolato, Італія); б – деревоподрібнювач GSE 20 (BGU Maschinen, Німеччина); в – комбінований (дисково-молотковий) різальний пристрій

Такі машини обладнані двома незалежними механізмами подачі технологічного матеріалу до різальних робочих органів: деревина подрібнюється дисковим різальним пристроєм, а листя, дрібні гілки, трав'янисті рослини – молотковим. З метою переробки на тріску не габаритних деревних відходів неправильної геометричної форми таких як пеньки, колоди - застосовуються великогабаритні деревоподрібнювачі з двобарабанным різальним пристроєм Srambo 5000 (Komptech, США), BA 965 D Titan (Німеччина) та інші. Різальний барабан виготовлений у вигляді шнека, до якого кріпляться різні типи зубів (серпоподібних, гакоподібних, стругальних, серпоподібних із змінними наконечниками) (рис. 9) [13, 14, 15].



Рисунок 9 - Великогабаритна деревоподрібнювальна машина Crambo 5000: а – загальний вигляд; б – двобарабанний різальний пристрій; в – типи зубів 1 – серпоподібні зуби; 2 – гакоподібні зуби; 3 – стругальні зуби; 4 – серпоподібні зуби із змінними наконечниками

Висновок. В роботі розглянуто підходи щодо оцінки обсягів деревинних відходів для подальшої їх переробки як кормова добавка для тварин. Обґрунтовано та визначено найбільш доцільний спосіб подрібнення стеблової сировини хвойних порід, яка забезпечує зоотехнічні вимоги до подрібненої сировини зі зниженими затратами енергії. Встановлено залежності ефективності процесу подрібнення від конструктивно-технологічних параметрів подрібнювача. Виконаний аналіз сучасних конструкцій обладнання з подрібнення деревних відходів та отримання кормової добавки дозволяє вибрати їх оптимальний варіант, що забезпечує високу якість продукції.

Список літератури

1. Буряков Н., Бурякова М. Дары леса // Животноводство. – 1995. – № 9. – С. 19.
2. Журавлева Л.Н., Девятловская А.Н. Основные направления использования древесных отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://science-bsea.bgita.ru/2007/les_2007/juravleva_osnov.htm.
3. Луганский А.С., Коробеев В.Н. Технология заготовки и использования кормов из древесной зелени // Расчет и конструирование с.-х. машин для кормопроизводства и животноводства. – 1987. – С. 88-91.
4. Науменко З.М., Ладинская С.И. Кормовые ресурсы леса. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
5. Производство хвойной и травяной муки. «Агро-стимул» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrostimul.ru/technew/liniya-ttravyannoi-muki.php>.
6. Репях С.М., Левин Э.Д. Кормовые добавки из древесной зелени. – М.: Лесная пром-сть. – 1988. – 96 с.
7. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник. – К.: Кондор, - 2008. – 731 с.

8. Механизация и технология производства продукции животноводства /В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – 528 с.

9. Ялпачик Ф.Е., Ялпачик Г.С., Крыжачковский Н.Л., Кюрчев В.Н. Кормодробилки: конструкция, расчет. – Запорожье: Издательство «Коммунар», 1992. – 292 с.

10. Проспекти фірми Pezzolato

11. Проспекти фірми Heizomat

12. Проспекти фірми Komptech

13. Проспекти фірми Eschlbock Maschintnfabric

14. Проспекти фірми Junkkari

15. Проспекти фірми Oehler Maschinen

Аннотация

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ИЗМЕЛЬЧЕНИЮ ЛЕСНОЙ ФИТОМАССЫ

Чаплыгин Е.Н., Поляков Б.А.

В работе рассмотрены подходы к оценке объемов древесных отходов для дальнейшей их переработки в качестве кормовой добавки для животных. Обоснованы и определены наиболее целесообразные способы измельчения древесного сырья хвойных и лиственных пород, которые обеспечивают зоотехнические требования к измельченному сырью с пониженными затратами энергии. Установлены зависимости эффективности процесса измельчения от конструктивно-технологических параметров измельчителя.

Abstract

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND MODES OF THE WORK OF EQUIPMENT FOR THE EXCHANGE OF FOREST PHYTOMASSIS

Chaplygin E., Polykov B.

The paper considers approaches to assessing the amount of wood waste for further processing as a feed additive for animals. The most expedient way of shredding of softwood, which provides zootechnical requirements for raw material with reduced energy consumption is grounded and determined. The dependence of the efficiency of the grinding process on the structural and technological parameters of the chopper is established. The analysis of modern constructions of the equipment for grinding wood waste and obtaining a feed additive makes it possible to select their optimal option, which provides high quality products.