

УДК 677.11.021

© В.Ф. Дідух, д.т.н., Ю.М. Онюх

Луцький національний технічний університет

І.З. Дуць

Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Національної академії аграрних наук України

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Проаналізовано морфологічні особливості стеблостою льону олійного, вирощеного в умовах Західного Полісся, як об'єкта переробки з метою отримання продукції різного цільового призначення. Представлено конструкційні особливості пристрою для подрібнення стебел для забезпечення волокнистому матеріалу властивостей, які є визначальними у подальшому його

використанні та максимального відокремлення костри та сміттєвих домішок.

ЛЬОН ОЛІЙНИЙ, СТЕБЛО, ВОЛОКНО, РУЙНУВАННЯ, ПОДРІБНЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ

Постановка проблеми. Зміна природно – кліматичних умов через підвищення середньодобових температурних показників з одночасним зменшенням кількості опадів зумовила поширення територій сприятливих для вирощування льону олійного за рахунок Північних регіонів. Дослідження науковців та досвід агрофірм показали що можливість отримати врожай насіння в межах 19 – 21 ц/га та соломи близько 40 ц/га є реальною.

Оскільки висота стеблостою льону олійного в даній природно – кліматичній зоні може сягати 80см і більше, аграрії зіткнулися з проблемою переробки та утилізації стеблової частини рослин після збирання врожаю насіння. Стримуючим фактором для введення культури у сівозміни агровиробниками є також особливості будови стебел льону олійного, яке часто характеризується розгалуженням та має високі пружні властивості в період збирання. Як наслідок, після обробки посівів десикантами та збирання врожаю насіння зернозбиральним комбайном, на полі залишаються валки сплутаної соломистої маси значних розмірів. В результаті їх вилежування в полі і перетворення в тресту методом росяного мочіння спостерігається нерівномірність дозрівання трести, ушкодження нижніх шарів цвіллю і, як наслідок, зниження споживчих властивостей короткого неорієнтованого волокна, отриманого зі стебел льону олійного.

Утилізації соломи після збирання її у рулони та вивезення з місця вирощування шляхом спалювання тягне за собою додаткові затрати на транспортні засоби і приносить шкоду навколишньому середовищу.

У зв'язку з цим, дослідження та впровадження нових технологічних прийомів переробки стеблової частини врожаю льону олійного, пов'язаних з подрібненням соломистої маси з врахуванням її якості, стадії стиглості та цільового призначення, є досить актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження морфологічних властивостей льону олійного, вирощеного у різних природно - кліматичних умовах показує, що він має такі ж високі показники врожайності насіння, як і льон - довгунець і при цьому майже не поступається висотою стебла. Проте окремі сорти характеризуються розгалуженістю стебла, яке містить в собі від 21 до 29% короткого неорієнтованого волокна [1,3, 10].

Сучасні зернозбиральні комбайни забезпечують збирання насіння льону олійного у фазі ранньої жовтої стиглості після обробки посівів десикантами. Проте, після комбайна на полі у валках залишається сплутана соломиста маса, для якої відсутні умови перетворення соломи у тресту. Науковцями проведено безліч досліджень щодо можливості застосування різних методів прискорення процесу вилежування трести та підвищення її якості.[4,6]. Зокрема, в умовах Півдня України проводились дослідження з обробки валків з соломи льону олійного різними хімічними реактивами, які перешкоджають утворенню шкідливих гнилісних бактерій та грибків, але сприяють руйнуванню пектинових зв'язків стеблах. Проте на сьогодні відсутні дослідження отримання якісної трести методом росяного мочіння.

Одним із шляхів оптимізації процесу вилежування трести є зниження пружних властивостей стебел льону олійного у валках шляхом їх руйнування в процесі збирання зернозбиральним комбайном. Відтак, механічний вплив на стебла трести на стадії переробки, також забезпечує максимальне виділення короткого неорієнтованого волокна. Дослідження руйнування листостеблових сільськогосподарських матеріалів [7, 8] вказують на перспективність руйнування стеблової частини сільськогосподарських культур механізованими засобами з обертовими барабанами [9].

Забезпечення переробки стеблової частини льону олійного одночасно зі збиранням врожаю насіння дозволить отримати хорошу волокнисту сировину для текстильної промисловості. У випадку втрати якості волокна під впливом природно – кліматичних умов можна отримати матеріал придатний для виготовлення палива, геотекстилю, будівельного матеріалу та ін.

Мета дослідження – запропонувати технологію переробки стеблової частини врожаю, отриману в умовах Західного Полісся

Результати досліджень. Дослідження, проведені на виробничих полях агрофірми «Лугове» у 2016-2017 роках дозволили зробити ряд висновків, які стали рушіями подальших досліджень:

1. Природно – кліматичні умови вегетаційного періоду мають визначальний вплив на якість кінцевого продукту – короткого неорієнтованого волокна.
2. Сплутана соломиста маса, яка залишається на полі у валках має високі пружні властивості та значні розміри, тому її перетворення в тресту відбувається неоднорідно та за довготривалий проміжок часу.

3. Великі площі вирощування культури унеможливають збирання валків з готовою трестею в оптимальні строки, тому волокно втрачає споживчі властивості і виникає необхідність у пошуку нових методів його переробки або утилізації.

Прийнявши до уваги вищенаведене, було запропоновано технологію збирання врожаю, адаптовану до погодних умов конкретного вегетаційного періоду(рис.1).

Згідно представленої схеми, отримання однотипного волокнистого матеріалу з льону олійного здійснюється шляхом механічної обробки стебел. При цьому стеблову частину льону зрізують чи беруть залежно від фази стиглості стеблостою, відділяють насінневу частину та руйнують стебла шляхом механічної обробки, видаляють кострицю, після чого зрілий волокнистий матеріал формують у рулони і транспортують до місця отримання однотипного волокна, а зруйновані стебла у фазі ранньої стиглості вкладають у валки для вилежування, після вилежування та дозрівання їх волокнистого матеріалу до фази повної стиглості додатковими технічними засобами здійснюють формування рулонів з наступним транспортуванням їх до місця отримання однотипного волокна.

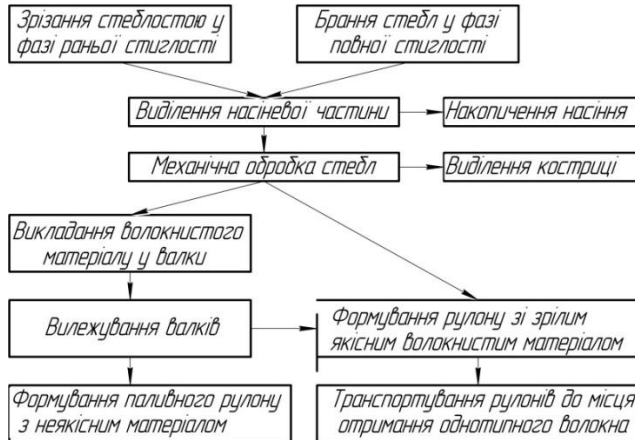


Рис. 1 – Структурна схема технологічного процесу використання стеблової частини льону олійного

З метою зменшення пружних властивостей соломистої маси у валках для прискорення вилежування трести пропонується

зернозбиральний комбайн обладнувати пристроєм для руйнування стебел та камерою формування рулонів(рис. 2)

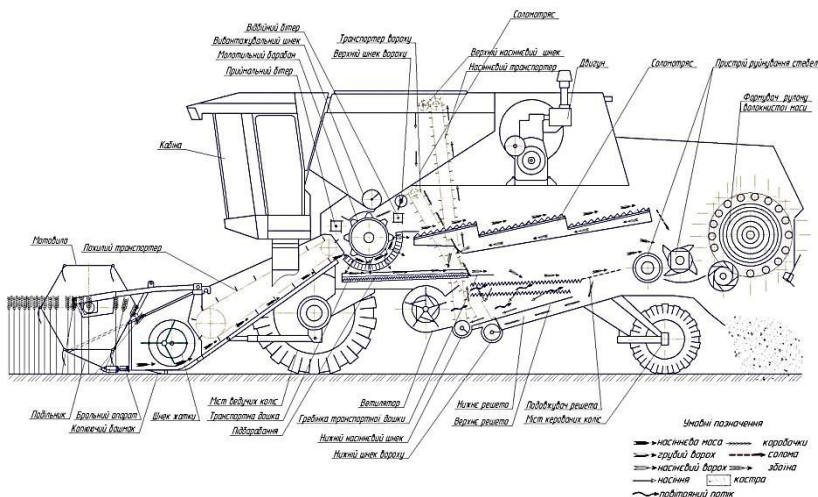


Рис.2 – Функціональна схема зернозбирального комбайна для збирання льону олійного

Запропонований пристрій для руйнування стебел має бути універсальним вузлом як у зернозбиральному комбайні так і лінії переробки трести льону олійного на стаціонарі. Пристрій ударно – різального типу для руйнування стебел льону олійного містить шароформував та ротор з ножами різального або молоткового типу (рис. 3). При використанні ножів молоткового типу (рис.3, б) стебла будуть лише руйнуватись з видаленням певного відсотку деревинистої структури стебла, що дозволить зменшити пружні властивості валка та сприятиме рівномірному дозріванню трести. У свою чергу, якщо на такий пристрій встановити ножі різального типу (рис. 3, а), то це дозволить отримати сировину для видалення максимальної кількості короткого неорієнтованого волокна.

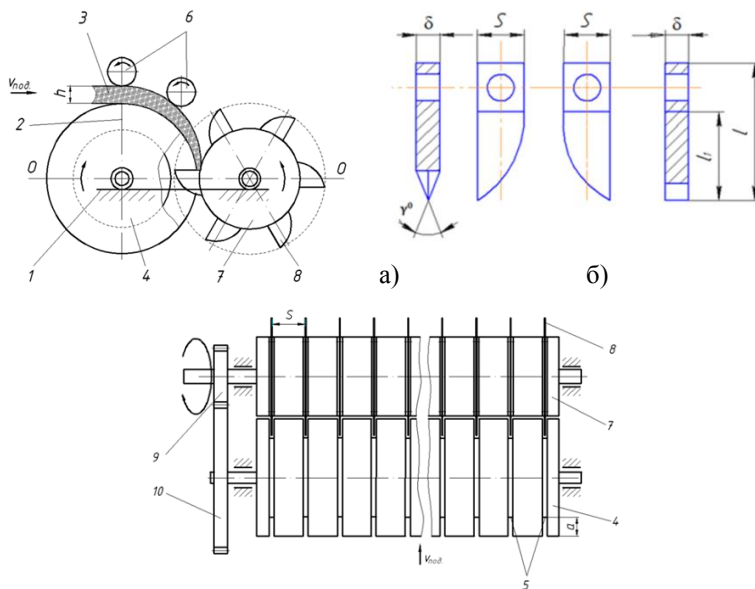


Рис. 3 – Схема пристрою для руйнування стебел льону олійного: 1 – корпус; 2 – шароформувач; 3 – шар стебел; 4 – подавальний барабан; 5 – щілини – протирізи; 6 – притисні вальці; 7 – ротор; 8 – ножі(а) різального; б) молоткового типу); 9 – ведуча шестерня; 10 – зубчасте колесо

Для забезпечення ефективного подрібнення стеблової маси стебел льону олійного важливо обґрунтувати параметри його визначальних елементів, яким є ротор, який складається з вставок 1 та набору втулок 2 кріплення ножів (рис.4). Залежно від їх кількості (рекомендовано 2...6) необхідно обґрунтувати об'єм комірки, за допомогою яких видалятиметься костриця за межі функціонування машини.

Забезпечення умови руйнування стебла залежить від діаметра ротора D_p , та своєчасного звільнення волокнисто – стеблової маси від костриці. Таким чином на вставках 1 важливо передбачити комірки у яких під час руйнування стебел накопичуватиметься костриця.

Визначимо об'єм комірок для забезпечення видалення за межі пристрою для руйнування стебел льону олійного дрібної фракції (костриці). Серед параметрів розмірів відповідно до рис. 4,

головними є: D_p – діаметр втулки ротора, S_p – її ширина та радіус R_k – радіус комірки. Площа комірки обмежена двома дугами R_p та R_k .

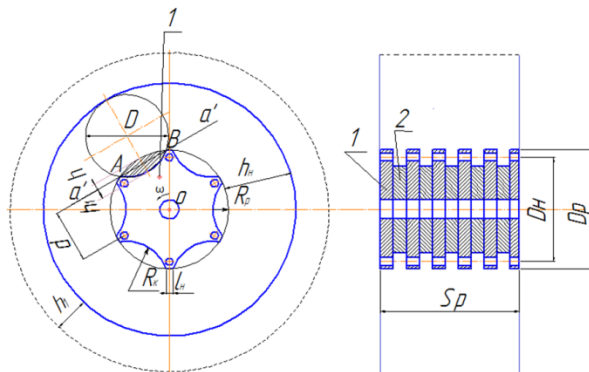


Рис. 4 – Конструктивні параметри вставки ротора:
1 – вставка; 2 – втулка ротора

Довжина дуги вільного простору комірки визначатиметься за формулою:

$$L_k = \frac{L_p}{\epsilon} - l_n = \frac{\pi D_p}{\epsilon} - l_n, \quad (1)$$

де L_p – довжина кола вставки ротора, м;

l_n – довжина дуги кріплення ножа

Значення довжини хорди при цьому становить:

$$C_{AB} = 2\sqrt{h \cdot (2R_p - h)}. \quad (2)$$

З іншої сторони

$$C_{AB} = 2\sqrt{h_1 \cdot (2R_k - h_1)}. \quad (3)$$

Прирівнявши, визначимо D_k :

$$h \cdot (2R_p - h) = h_1 \cdot (2R_k - h_1), \quad (4)$$

$$D_k = \frac{h \cdot (2R_p - h) + h_1}{4h_1}. \quad (5)$$

Відповідно об'єм однієї комірки, яка бере участь у накопиченні часток костриці та видаленні їх за межі механізму руйнування стебел льону олійного дорівнює:

$$V = S \cdot L_p = (S_k + S_p) \cdot L_p, \quad (6)$$

де S_0 , S_k , S_p – площі відповідно загальної комірки та за рахунок виступу кріплення ножів на ротор.

$$V_0 = (R_k^2 \cdot \arcsin\left(\frac{C_{AB}}{2R_k}\right) - \frac{C_{AB}}{4} \sqrt{4R_k^2 - C_{AB}^2} + \\ + R_p^2 \cdot \arcsin\left(\frac{C_{AB}}{2R_p}\right) - \frac{C_{AB}}{4} \sqrt{4R_p^2 - C_{AB}^2}) \cdot L_p \quad (7)$$

Кількість подрібнених часток, які можна одночасно видалити однією коміркою визначатиметься його питомою густиною:

$$\rho = \frac{dm}{dv}, \text{ кг/м}^3. \quad (8)$$

Таким чином, чим більше будуть подрібнені частинки, тим ефективніше працюватиме пристрій для подрібнення. З іншої сторони важливим параметром, який забезпечує подрібнення матеріалу, є довжина вставки ротора $L_{p \min}$, яка визначається експериментально.

Висновки. Виробництво льону олійного є перспективною галуззю народного господарства. Водночас відсутні технології збирання та переробки його стеблової частини врожаю на територіях Західного Полісся. Для вирішення поставленої проблеми рекомендована технологія збирання рослин, адаптована до умов вирощування. Крім того, запропоновано використання подрібнюючого пристрою для зменшення об'ємів валка та для виділення максимальної кількості костри з короткого неорієнтованого волокна. Впровадження запропонованої технології дозволить аграріям полегшити процес збирання врожаю, а використання подрібнюючого пристрою сприятиме отриманню короткого неорієнтованого волокна з високими споживчими властивостями.

Література

1. Эксперты отмечают преимущества выращивания масличного льна - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.proagro.com.ua/news/ukr/4089979.html>.
2. Дударев І.М. Теоретичні основи модернізації машин для виробництва льону: монографія / І.М. Дударев. – Луцьк: Ред.-вид.відділ Луцького НТУ, 2013. – 108 с.
3. Сай В.А. Удосконалення технології збирання і первинної переробки стеблової частини льону олійного: дис. канд.техн. наук: 05.18.01/Сай Володимир Анатолійович. – Луцьк, 2011. – 194с.
4. Чурсіна Л.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного / Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, О.О. Горач, Т.І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с..

5. Использование физиологических растения льна масличного в селекции: рекомендации / Н.А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 44 с.

6. Г.А. Тіхосова, О.В. Князев, Т.М. Надєєва. Теоретичні передумови створення інноваційної технології переробки стебел льону олійного. Легка промисловість. 2010. №2, с.27-28.

7. Завірюха М.В. Теоретичні дослідження роботи інтегрованого різального апарату / Завірюха М.В. // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Львів: Видавництво ЛНАУ, 2012. – 341 с.

8. Труш М.М. Визначення характеристик подрібнювача рослинних решток в лабораторних умовах / Труш М.М., Солових Є.К., Аулін В.В. // Вісник ХДТУСГ. – Харків : Вид-во ХДТУСГ. – 2004. – Вип. 23. – С. 68 - 71.

9. Патент на корисну модель №121747, МПК D01B1/00. Пристрій для розмотування та подрібнення луб'яної сировини. / Дідух В.Ф., Кірчук Р.В., Онюх Ю.М., Ягелюк С.В.; заявник і власник Луцький НТУ. – u201707177; заяв. 11.12.2017; опуб.11.12.2017р., Бюл. № 23.

10. Ягелюк С.В., Дідух В.Ф., Онюх Ю.М. Оцінка якості волокна зі стебел льону олійного, вирощеного в умовах Західного Полісся Товарознавчий вісник. Збірник наукових праць. Випуск 11. - Луцьк. ЛНТУ, 2018. стор. 167-173