

УДК 631.555-662.7(048)

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.69-78>

А.Я. Кузьмич, канд. техн. наук, **М.М. Анеляк**, ст. наук. співр., канд. техн. наук,
О.М. Грицака, канд. техн. наук

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» смт. Глеваха, Україна

e-mail: akuzmich75@gmail.com

Збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі

Проведено аналіз технологій збирання соняшнику, обґрунтовано спосіб збирання подрібненої маси незернової частини урожаю соняшнику з формуванням валків підвищеної погонної маси на краю поля. Наведено результати лабораторно-польових досліджень збирання, підбору та пресування подрібненої маси незернової частини урожаю соняшнику. Запропоновано конструкційно-технологічну схему причіпного копнувача-валкоутворювача до зернозбирального комбайна для формування валків незернової частини урожаю соняшнику з підвищеною погонною масою.

незернова частина урожаю соняшнику, збирання незернової частини, формування валка

А.Я. Кузьмич, канд.техн.наук, **М.М. Анеляк**, ст. научн. сотр., канд.техн.наук, **А.Н. Грицака** канд. техн. наук

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» пгт. Глеваха, Україна

Уборка незерновой части урожая подсолнечника на энергетические цели

Проведен анализ технологий уборки подсолнечника, обоснован способ уборки измельченной массы незерновой части урожая подсолнечника с формированием валков повышенной погонной массы на краю поля. Приведены результаты лабораторно-полевых исследований уборки, подбора и прессования измельченной массы незерновой части урожая подсолнечника. Предложена конструкционно-технологическая схема прицепного копнителя-валкообразователя к зерноуборочному комбайну для формирования валков незерновой части урожая подсолнечника с повышенной погонной массой.

незерновая часть урожая подсолнечника, уборка незерновой части, формирование валка

Постановка проблеми. Зменшення світових запасів нафти і газу, а також збільшення затрат на їх видобування і переробку спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. Економічно доцільний енергетичний потенціал біомаси в країні складає близько 20-25 млн т у.п./рік при загальному споживанні первинної енергії в розмірі 175 млн т у.п./рік [1].

Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільськогосподарського виробництва рослинного походження, зокрема незернова частина урожаю кукурудзи і соняшнику. Одним із найбільш вагомих аргументів на користь використання цих культур на енергетичні цілі є посівні площі вирощування кукурудзи і соняшнику в Україні. Згідно даних Держкомстату площі вирощування соняшнику в Україні в 2020 році становили близько 6,4 млн га, що в структурі посівних площ складає 21,1%. За наявних посівних площ цих культур в Україні, із врахуванням науково обґрунтованої частки (30–40%) рослинних решток, яку можна використати для виробництва енергії, потенціал використання на енергетичні цілі незернової частини урожаю соняшнику складає до 8 млн т.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами наукових праць [2–5] встановлено можливі об'єми збирання НЧУ соняшнику. Інша група наукових праць присвячена аналізу можливих варіантів використання НЧУ соняшнику при виробництві альтернативних палив (біогаз, біодизель, тверді види палив тощо), вони також визначають економічну ефективність цих способів отримання енергії [6–9].

Важливим є питання визначення властивостей НЧУ соняшнику як палива та порівняння його теплотворної здатності, хімічного складу з традиційними видами палива. Результати досліджень з цього напрямку наведено у працях [1, 2, 4, 6, 8].

Відомі дослідження з аналізу технологій збирання НЧУ ранніх зернових в розсипному та пресованому вигляді [9], в яких розкриваються переваги та недоліки цих способів. Слід відмітити, що збирання НЧУ в рулони, переробка її для отримання брикетів та гранул потребує подрібнення сировини, тому вона може зберігатися як у розсипному, так і в ущільненому стані.

Для збирання НЧУ соняшнику переважно використовуються технічні засоби для збирання кормів та зерна.

Аналіз останніх досліджень дозволяє стверджувати, що на сучасному етапі відсутні науково обгрунтовані технологічні процеси збирання та ефективні технічні засоби, що здатні забезпечувати отримання якісної сировини з НЧУ в необхідній кількості [10].

Аналіз технологій та технічних засобів, які використовуються і або можуть бути використані для збирання не зернової частини врожаю кукурудзи і соняшнику мають суттєві обмеження при їх використанні на збиранні незернової частини врожаю цих культур на енергетичні цілі.

Тому виникає необхідність проведення досліджень з пошуку шляхів підвищення енергетичної ефективності процесу збирання та обгрунтування енергоефективних технологій і технічних засобів для збирання НЧУ кукурудзи та соняшнику на енергетичні цілі.

Постановка завдання. Підвищення ефективності збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі шляхом розробки технології та обгрунтування технічних засобів.

Виклад основного матеріалу. Вибір раціональної технології збирання НЧУ соняшнику на енергетичні цілі визначається біологічними особливостями та технологіями збирання основної продукції – насіння.

Соняшник збирають зернозбиральними комбайнами, обладнаними спеціальними адаптерами. Адаптер для збирання соняшнику або ж зернова жнивarka з відповідним пристосуванням скошує кошики з частиною стебла та подає їх на обмолот в молотарку зернозбирального комбайна. Обмолочені кошики збираються в причіп або ж розкидаються по поверхні поля. Нижня частина стебла залишається стояти на пні. Висоту зрізу стебел встановлюють з урахуванням висоти розміщення кошиків пониклих рослин соняшнику [12].

Існує 2 способи збирання НЧУ – розсипному та ущільненому вигляді. Заготівля стеблової маси в ущільненому вигляді (рулони, паки) для енергетичних потреб є доцільнішою ніж у розсипному вигляді. Ущільнення НЧУ в тюки суттєво покращує ефективність логістики та скорочує витрати на неї. Слід також зазначити, що прес-підбирачі повинні бути пристосовані для тюкування стебел соняшнику з огляду на більші розміри фракції і міцність речовини порівняно із сіном, соломом зернових колосових, ріпаку й сої.

Важливими аспектами, які необхідно враховувати при збиранні НЧУ на енергетичні цілі, є вологість матеріалу та строки збирання. Соняшник за своєю біологічною особливістю досягає нерівномірно. Збирання соняшнику розпочинають у вересні при побурінні 75-80% кошиків. При збиранні культури в оптимальній фазі стиглості вологість кошиків та стебел становить 45-55%. Це унеможливує зберігання зібраної маси без попереднього досушування. Крім того збирання подрібненої листостеблової маси без її ущільнення суттєво підвищує енергетичні витрати на транспортувальні роботи.

Накопичення маси насіння соняшника та олії завершується через 35-40 днів після масового цвітіння. Надалі йде фізичне випаровування води та настає господарська стиглість. Передзбиральне підсушування рослин соняшнику за допомогою хімічних речовин (десикація) у фазі фізіологічної стиглості прискорює дозрівання й підсушування насіння та незернової частини урожаю, дає змогу на 8-12 днів раніше розпочати збирання.

При виборі технології збирання НЧУ соняшнику слід враховувати місце даних культур в сівозміні. У регіонах, де присутня велика кількість вологи соняшник вважається досить не поганим попередником для озимої пшениці, а також для інших озимих зернових. Оскільки строки збирання соняшнику та посіву озимих часто збігаються в часі, це вимагає швидкого звільнення поля для підготовки ґрунту до посіву.

Збирання рослинної сировини, яка може бути використана на енергетичні цілі передбачає формування з неї рулонів для полегшення наступного транспортування та використання, зберігання чи переробки. Прес-підбирачі є високопродуктивними машинами тому (працюючи на підбиранні маси) валок повинен мати погонну масу понад 4 кг/м. При незначній погонній масі буде зростати частка втраченої сировини. Особливо значні втрати можуть виникати при підбиранні такої сировини як стебла соняшнику.

Перспективним виглядає спосіб збирання НЧУ соняшнику, що полягає в збиранні подрібненої маси, яка пройшла через молотарку зернозбирального комбайна, в причіпний копнувач і формуванні валків із підвищеною погонною масою на краю поля для досушування маси та наступному підбиранні їх серійними прес-підбирачами.

Для визначення ефективності запропонованого способу збирання НЧУ соняшнику були проведені лабораторно-польові дослідження. Для збирання подрібненої маси НЧУ соняшнику було підготовлено агрегат в складі зернозбирального комбайна «Дон-1500» та модернізованого зразка причіпного копнувача до зернозбирального комбайна (рис. 1). Для роботи агрегату були виготовлені елементи універсального пристосування ПКН-1500 та причіпного пристрою. Лабораторно-польові дослідження проводили за таких умов: врожайність насіння соняшнику – 30 ц/га; вологість насіння – 8,6%, вологість верхньої частини стебла та кошика – 24-30%, висота стеблостою – 1,6-1,8 м, висота скошування стебел – 0,9-1,0 м.



Рисунок 1 – Збиральний агрегат в складі комбайна «Дон-1500А» та модернізованого зразка причіпного копнувача

Джерело: розроблено авторами

Під час проведення досліджень фіксували час роботи збирального агрегату, пройдену відстань, зібрану площу та об'єм подрібненої маси НЧУ, що надійшла в камеру причіпного копнувача висоту скошування стебел, були відібрані зразки рослин для визначення вологості та біологічної врожайності. Також були відібрані зразки матеріалу за довжиною камери та проведений аналіз їх фракційного складу та фізико-механічних властивостей.

За результатами досліджень встановлено, що за рівня врожайності насіння соняшнику в межах 30 ц/га обсяг збирання зернозбиральним комбайном подрібненої маси НЧУ складав 7,5-8,5 ц/га.

Із зібраної за допомогою збирального агрегату подрібненої маси НЧУ соняшнику були сформовані валки шириною 1 м та висотою від 0,1 м до 0,5 м (погонною масою до 25 кг/м). Підбирання валків та формування рулонів проводили за допомогою прес-підбирача ПРФ-145 в агрегаті з трактором МТЗ-80 (рис. 2).



Рисунок 2 – Підбирання валків подрібненої маси НЧУ соняшнику

Джерело: розроблено авторами

В результаті проведення лабораторно-польових досліджень отримані залежності впливу параметрів валка, на повноту підбирання подрібненої маси НЧУ соняшнику прес-підбирачем (рис. 3).

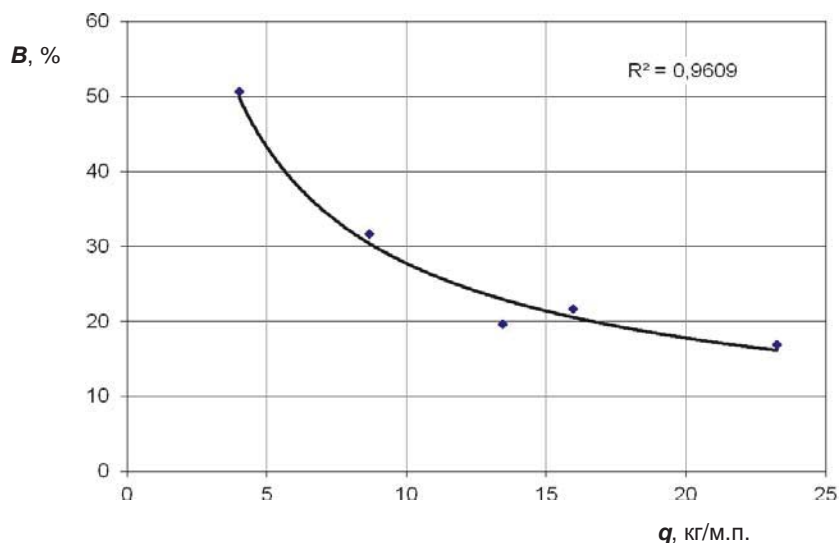


Рисунок 3 – Залежність впливу маси погонного метра сформованого валка подрібненої маси НЧУ соняшнику на втрати за прес-підбирачем

Джерело: розроблено авторами

Наведена залежність свідчить, що значення втрат подрібненої маси НЧУ соняшнику за прес-підбирачем зменшується зі збільшенням ваги погонного метра сформованого валка. При значеннях маси погонного метра валка понад 17 кг/м.п., що відповідає висоті валка 400 мм та більше, втрати подрібненої маси за прес-підбирачем не перевищують 20%.

Результати лабораторно-польових досліджень засвідчили цілісність сформованих рулонів з подрібненої маси НЧУ соняшнику (рис. 4). що насамперед було забезпечено наявністю довгих волокнистих частин стебел.



Рисунок 4 – Сформовані рулони з подрібненої маси НЧУ соняшнику

Джерело: розроблено авторами

Дослідження гранулометричного складу подрібненої маси НЧУ соняшнику, зібраної зернозбиральним комбайном, засвідчили наявність ній понад 18% часток довжиною понад 150 мм (рис. 5).

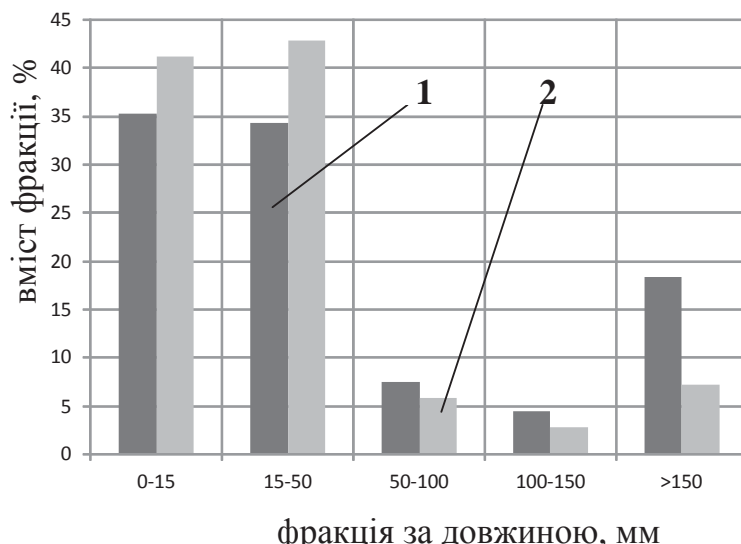


Рисунок 5 – Фракційний склад подрібненої маси НЧУ соняшнику у валку (1) та у втратах за прес-підбирачем ПРФ-145 (2)

Джерело: розроблено авторами

Слід відмітити, що в матеріалі, який залишився незібраним після проходу прес-підбирача збільшився вміст «дрібних» фракцій 0-15 мм та 15-50 мм з 34-35% до 41-43%. Однією з причин цього було просипання «дрібних» часток крізь технологічні отвори та нещільності робочої камери прес-підбирача.

Крім того було відмічено яскраво виражений процес фракціонування компонентів НЧУ в ємності причіпного копнувача за довжиною, в наслідок відмінності їх аеродинамічних властивостей. Це стало причиною значної нерівномірності фракційного складу подрібненої маси НЧУ за довжиною камери причіпного копнувача. Так в першій третині камери копнувача вміст часток довжиною понад 150 мм становив 28,4%, а часток довжиною до 15 мм – 17,3%. Натомість в останній третині камери копнувача вміст часток довжиною понад 150 мм зменшився до 7,2%, а часток довжиною до 15 мм зріс до 41,2%.

Наступним етапом були проведені дослідження зміни вологості подрібненої маси НЧУ соняшнику. Дослідження проводили шляхом відбору та визначення вологості зразків технологічного матеріалу. Вимірювання вологості зразків НЧУ кукурудзи та соняшнику, проводили термогравіметричним методом – висушуванням до постійної маси [13]. Зразки стебел подрібнювали, відбирали пробу та висушували за температури 105 ± 2 °C в сушильній шафі. Валки подрібненої маси були сформовані 11 жовтня 2019 р. Через 4 доби були відібрані зразки матеріалів з валків. Після їх аналізу було встановлено, що в верхньому шарі валка товщиною 100 мм вологість маси зменшилася з 26–28% до 16%. В нижньому шарі валка, що контактував з ґрунтом вологість залишилась незмінною.

Встановлено, що за рівня врожайності насіння соняшнику в межах 30 ц/га обсяг збирання зернозбиральним комбайном подрібненої маси НЧУ складає 7,5-8,5 ц/га. При підбиранні прес-підбирачем було сформовано рулони з щільністю 75-90 кг/м³ при середній вологості маси 23%. Повнота підбирання валка складала 65-80%.

Отже, результати лабораторно-польових досліджень підтвердили гіпотезу щодо доцільності підбирання валків подрібненої маси НЧУ соняшнику з погонною масою понад 20 кг/м.п. за рівня втрат, що не перевищує 20 %. Суттєвого зменшення рівня втрат подрібненої маси НЧУ соняшнику за прес-підбирачем можна досягти за рахунок

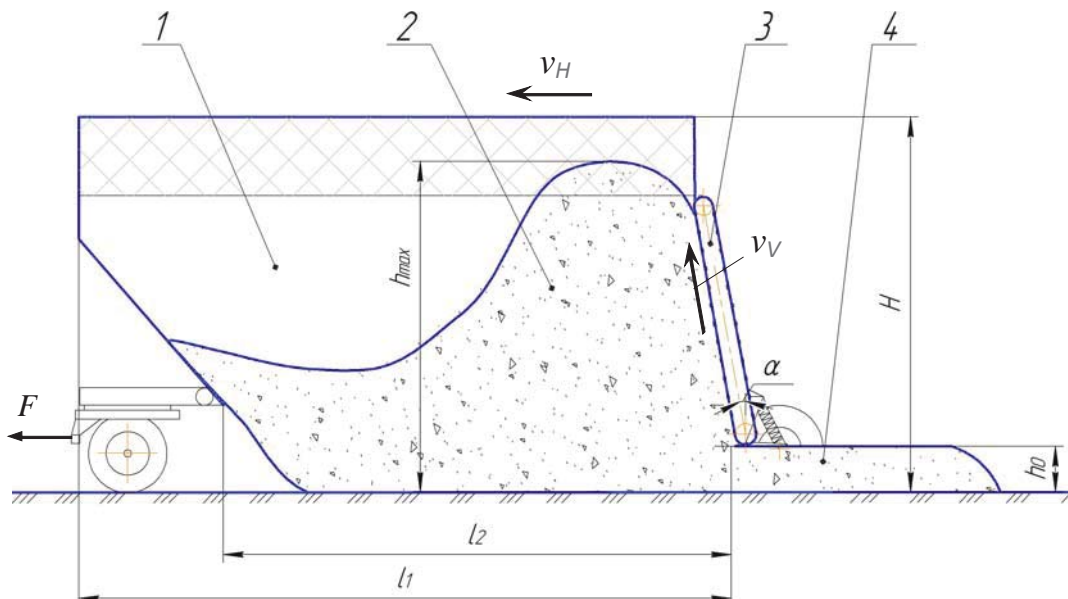
вдосконалення його конструкції: ущільнення камери пресування, встановлення бічних подільників, зменшення відстані між пальцями підбирача, встановлення притискного вальця над барабанним пальцевим підбирачем.

За результатами проведених експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей подрібненої маси НЧУ соняшника було встановлено, що вміст у ній часток із довжиною понад 100 мм у кількості лише 20% призводить до зростання питомого зчеплення між частинками за вологості маси в межах 20–22% удвічі: із 170–175 Па до 350–90 Па, що унеможливорює зсув технологічної маси методом розтягування маси по поверхні поля пасивними робочими органами під дією власної ваги.

Отже, формування валка подрібненої маси НЧУ кукурудзи та соняшнику з підвищеною погонною масою можливе причіпним копнувачем, активними робочими органами.

За результатами лабораторно-польових досліджень процесів збирання подрібненої маси НЧУ соняшнику запропоновано конструкційно-технологічну схему причіпного копнувача-валкоутворювача до зернозбирального комбайна (рис. 6).

Використання причіпного копнувача-валкоутворювача до зернозбирального комбайна забезпечить збирання подрібненої маси НЧУ соняшнику формування валків із підвищеною погонною масою на краю поля для досушування та наступного підбирання їх серійними прес-підбирачами. При цьому основна частина поля відразу звільняється для обробки ґрунту під наступні культури.



1 – причіпний копнувач; 2 – подрібнена маса НЧУ; 3 – відкидний транспортер, 4 – валок НЧУ

Рисунок 6 – Технологічна схема формування валка НЧУ причіпним копнувачем з активними робочими органами

Джерело: розроблено авторами

Виконання ємності у вигляді швидкокорозвантажувального копнувача із днищем, що відкривається під дією ваги зібраної маси дозволить здійснювати вивантаження НЧУ без зупинки комбайна, не зменшуючи продуктивності зернозбирального комбайна. При цьому очікується формування валків НЧУ з погонною масою в межах 16–20 кг/м.

Висновки. 1. Ефективність збирання НЧУ соняшнику на енергетичні цілі можна підвищити завдяки збору подрібненої маси, що пройшла через молотарку зернозбирального комбайна, в причіпний копнувач і формування валків із підвищеною

погонною масою на краю поля для досушування та наступного підбирання їх серійними прес-підбирачами.

2. Результати лабораторно-польових досліджень підтвердили гіпотезу щодо можливості підбирання валків подрібненої маси НЧУ соняшнику з погонною масою понад 20 кг/м.п. за рівня втрат, що не перевищує 20 %. Суттєвого зменшення рівня втрат подрібненої маси НЧУ соняшнику за прес-підбирачем можна досягти за рахунок вдосконалення його конструкції: ущільнення камери пресування, встановлення бічних подільників, зменшення відстані між пальцями підбирача, встановлення притискного вальця над барабанним пальцевим підбирачем.

3. Встановлено, що за рівня врожайності насіння соняшнику в межах 30 ц/га обсяг збирання зернозбиральним комбайном подрібненої маси НЧУ складає 7,5-8,5 ц/га. При підбиранні прес-підбирачем було сформовано рулони з щільністю 75-90 кг/м³ при середній вологості маси 23%. Повнота підбирання валка складала 65-80%.

4. Для реалізації технології збирання незернової частини урожаю соняшнику із формуванням і підбором “потужних” валків подрібненої маси розроблено конструкційно-технологічну схему причіпного копнувача-валкоутворювача до зернозбирального комбайна, обладнаного відкидним транспортером. При цьому очікується формування валків з погонною масою в межах 16–20 кг/м.

Список літератури

1. Гальчинська Ю.М. Оцінка потенціалу біомаси побічної продукції сільськогосподарських культур в аграрному секторі економіки. *Економіка АПК*. 2019. № 5. С. 15–26. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201905015>
2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Трибой О. В Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 10. 33 с.
3. Голуб Г. А. Проблеми техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. 2011. Вип. 7. С. 59–66.
4. *Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив : монографія* / Б. Я. Блюм та ін. Київ : Аграр Медіа Груп. 2014. 360 с.
5. Monforti, F., Bodis, K., Scarlat, N., Dallemand, J.-F. The possible contribution of agricultural crop residues to renewable energy targets in Europe: A spatially explicit study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013. 19. P. 666–677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.060>
6. Soybean Straw, Corn Stover and Sunflower Stalk as Possible Substrates for Biogas Production in Croatia: A Review. / Đ. Kovačić et al. *Chemical and Biochemical Engineering*. 2017. Q. 31.(3) P. 187–198. DOI: 10.15255/CABEQ.2016.
7. *Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: Акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення : монографія* / О. С. Полянський та ін. : за ред. В. І. Д'яконова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 36 с.
8. Зубко В. М., Соколів С. П. Аналіз технологій та технічних засобів для використання відходів виробництва соняшнику в якості біопалива. *Інженерія природокористування*. 2017. № 1 (7). С. 6–10.
9. Гайденко О. М. *Технологічний процес заготівлі та використання рослинної біомаси як твердого біопалива : монографія*. Київ : Аграрна наука, 2017. 144 с.
10. Аспекти процесів збирання незернової частини врожаю кукурудзи та соняшнику як твердого біопалива / В. В. Адамчук та ін. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2019. Вип. 9 (108). С. 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1
11. Калетнік Г. М. Біопаливо. *Продовольча, енергетична та економічна безпека України : монографія*. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 516 с.
12. Кириченко В. В., Тимчук В. М., Святченко С. І. Енергетична оцінка виробництва соняшнику. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21. С. 54–171.
13. Крищенко В.П. *Методы оценки качества растительной продукции*. Москва : Колос, 1983. 192 с.

14. Sheychenko, V.O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M.V., Shevchuk, V.V., Belovod, O.I. Research of quality indicators of wheat seeds separated by pre-threshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering* . Jan-Mar 2019, Vol. 57 Issue 1, p157-164. 8p.
15. Rogovskii I., Stepanenko S., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O. Experimental study in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 12 (61), No. 1. 2019. p. 117–128.

References

1. Halchynska, Yu.M. (2019). Otsinka potentsialu biomasy pobichnoi produktsii silskohospodarskykh kultur v ahrarnomu sektori ekonomiky [Development of biomass potential of by-products of agricultural crops in the agrarian sector of economy]. *Ekonomika APK – The Economy of Agro-Industrial Complex*, 5, 15–26 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201905015>
2. Geletukha, G.G., Zhelezna, T.A., & Tryboy, O.V. (2014). Perspektyvy vyroshchuvannya ta vykorystannia enerhetychnykh kultur v Ukraini. [In Perspectives of Growing and Using Energy Cultures in Ukraine]. *Analitichna zapyska BAU – Analytical note of BAU*, 10 [in Ukrainian].
3. Golub, G. A. (2011). Problemy tekhniko-tekhnolohichnoho zabezpechennia enerhetychnoi avtonomnosti ahroekosystem [Problems of techno-technological provision of energy autonomy of agro-ecosystems]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky – Collection of scientific works of Vinnitsa National Agrarian University. Series Technical Sciences*, 7, 59–66 [in Ukrainian].
4. Blume, Ya.B., Grygoryuk, I.P., Dmytruk, K.V., Dubrovin, V.A., Yemets, A.I., & Kaletnik, G.M., et al. (2014). *Systema vykorystannia bioresursiv u novitnikh biotekhnolohiiakh otrymannia alternatyvnykh palyv : monohrafiia [The system of using bioresources in the latest biotechnologies for obtaining alternative fuels : monograph]*. Kyiv : Agrar Media Group [in Ukrainian].
5. Monforti, F., Bodis, K., Scarlat, N., & Dallemand, J.-F. (2013). The possible contribution of agricultural crop residues to renewable energy targets in Europe: A spatially explicit study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 666–677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.060>
6. Kovačić, Đurđica & Tišma, Marina. (2017). Soybean Straw, Corn Stover and Sunflower Stalk as Possible Substrates for Biogas Production in Croatia: A Review. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*. 31. 187-198. DOI: 10.15255/CABEQ.2016.985.
7. Polianskyi, O.S., Diakonov, O.V., & Skrypnyk O.S. et al. (2017). *Napriamy rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii: Aktsent na tverdomu biopalyvi ta hnuchkykh tekhnolohiiakh yoho vyhotovlennia : monohrafiia [Areas of development of alternative energy sources: Focus on solid biofuels and flexible technologies for its production : monograph]*. V. I. Dyakonov (Ed). Kharkiv : KhNUMG.
8. Zubko, V.M., & Sokolik, S.P. (2017). Analiz tekhnolohii ta tekhnichnykh zasobiv dlia vykorystannia vidkhodiv vyrobnytstva soniashnyku v yakosti biopalyva [Analysis of technologies and technical means for the use of sunflower seed waste as biofuel]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannya – Environmental Engineering*, 1 (7), 6–10 [in Ukrainian].
9. Gaidenko, O. M. (2017). *Tekhnolohichni protses zahotivli ta vykorystannia roslynnoi biomasy yak tverdoho biopalyva : monohrafiia [Technological process of harvesting and use of plant biomass as solid biofuel.: monograph]*. Kyiv : Agrarian Science [in Ukrainian].
10. Adamchuk, V.V., Kuzmenko, V.F., Kuzmych, A.Y., & Maksimenko, V.V. (2019). Aspekty procesiv zbyrannya nezernovoyi chastyny vrozhayu kukurudzky ta sonyashnyku yak tverdoho biopalyva [Aspects of non-grain part harvesting for corn and sunflower as solid biofuels]. *Mexanizaciya ta elektryfikaciya silskogo gospodarstva – Mechanization and electrification of agriculture*, 9 (108), 10–20. DOI:10.37204/0131-2189-2019-9-1 [in Ukrainian].
11. Kaletnik, G.M. (2010). *Biopalyvo. Prodovolcha, enerhetychna ta ekonomichna bezpeka Ukrayiny : monografiya [Biofuels. Food, energy and economic security of Ukraine : monograph]*. Kyiv : Hi-Tech Press. [in Ukrainian].
12. Kyrychenko, V.V., Tymchuk, V.M., & Sviatchenko, S.I. (2014). Enerhetychna ocinka vyrobnytstva sonyashnyku [Energy evaluation of sunflower production]. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten instytutu oliynykh kultur NAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds NAAS*, 21, 54–171. [in Ukrainian].
13. Krishhenko, V.P. (1983). *Metody ocenki kachestva rastitelnoj produktsii [Methods for assessing the quality of plant products]*. Moscow: Kolos [in Russian].
14. Sheychenko, V.O., Kuzmych, A. Ya., Shevchuk, M.V., Shevchuk, V.V., Belovod, O.I. Research of quality indicators of wheat seeds separated by pre-threshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering* . Jan-Mar 2019, Vol. 57 Issue 1, p157-164. 8p. [in English].

15. Rogovskii I., Stepanenko S., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O. Experimental study in a pneumatic microbioculture separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 12 (61), No. 1. 2019. p. 117–128.

Alvian Kuzmych, PhD tech. sci., **Mykhailo Aneliak**, Senior Researcher, PhD tech. sci., **Oleksandr Hrytsaka**, PhD tech. sci.,

National Scientific Centre "Institute of Agricultural Engineering and Electrification" Glevakha, Ukraine

Collection of Non-grain Part of Sunflower Harvest for Energy Purposes

The aim of the research is to increase the efficiency of harvesting the non-grain part of the sunflower crop for energy purposes by developing technology and substantiation of technical means.

The analysis of sunflower harvesting technologies is carried out; the method of harvesting the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop with the formation of windrows of high linear mass at the edge of the field is substantiated. The results of laboratory field research of harvesting, selection and pressing of the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop are presented. Directions of improvement of the baler for harvesting of a non-grain part of sunflower harvest are noted. The constructional-technological scheme of the trailed hopper and windrow-former to the combine harvester for formation of windrows of a non-grain part of a crop of sunflower with the increased running weight is offered. The results of laboratory field studies confirmed the hypothesis of the possibility of selecting the rolls of the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop with a running weight of more than 20 kg per meter at a level of losses not exceeding 20%. The efficiency of harvesting the non-grain part of the sunflower crop for energy purposes can be increased by collecting the crushed mass passed through the combine harvester in a trailed digger and forming rolls with high running weight at the edge of the field for drying and subsequent selection by serial balers. It is established that at the level of yield of sunflower seeds within 3 ton per ha the volume of harvesting by the combine harvester of the crushed weight of non-grain part makes 7.5-8.5 center per ha. When picking with a baler, rolls with a density of 75-90 kg per m³ were formed at an average humidity of 23%.

non-grain part of sunflower harvest, harvesting of non-grain part, windrow formation

Одержано (Received) 29.10.2020

Прорецензовано (Reviewed) 05.11.2020

Прийнято до друку (Approved) 21.12.2020

УДК 621.928.13

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.78-87>

М.В. Півень, доц., канд. техн. наук

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м. Харків, Україна

e-mail: m.v.piven@gmail.com

Експериментальні дослідження розподілу питомого завантаження суміші по площі нахиленого лотка

В роботі досліджено закономірності розподілу питомого завантаження плоского нахиленого лотка. Центральна ділянка лотка є перевантажена, а пристінкові недовантажені. Найбільші відхилення питомого завантаження на вході лотка, але з довжиною вони зменшуються. Профіль питомого завантаження по ширині лотка є несиметричним і має локальний екстремум. З довжиною лотка питоме завантаження зменшується. Нерівномірне завантаження лотка виникає внаслідок нерівномірної подачі матеріалу із бункера.

лоток, сипка суміш, питоме завантаження поверхні, нерівномірна подача суміші