

## ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СІНА ТА ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ПІДБИРАЧІВ-НАВАНТАЖУВАЧІВ РІЗНИХ ТИПІВ

Кузьменко В.Ф., к.т.н.

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації  
сільського господарства» НААН*

Тел.: (04571) 3-26-44

**Анотація** – систематизовано технології заготівлі різних видів сіна та проаналізовано підбирачі сіна для реалізації цих технологій.

**Ключові слова** – сіно, технологічний процес заготівлі, підбирач-подрібнювач-навантажувач, довжина різання.

*Постановка проблеми.* Підвищення продуктивності корів за необхідності мінімізації витрат на корми неможливе без використання якісного сіна. Поширення технології заготівлі сіна у великогабаритних тюках та рулонах забезпечує зменшення витрат на транспорт та зберігання, однак потребує досушування в полі до кондиційної 17 % вологості. Це призводить до втрат якості корму, оскільки збільшує майже на добу час перебування сировини в полі. Реалізація технології заготівлі сіна з використанням активного вентилування дозволяє підбирати масу вологістю до 40 %, а розсипного сіна – 20-25 %. Однак для реалізації технології заготівлі розсипного сіна з показниками близькими до технології заготівлі сіна у великогабаритних тюках технічні засоби відсутні.

*Аналіз останніх досліджень.* В публікаціях висвітлюються різні аспекти технологій та способів використання технічних засобів заготівлі сіна. В порівнянні із заготівлею силосу та сінажу виникають більші втрати поживних речовин [1, 2], причому вони мають як об'єктивний (біологічний) характер, так і залежність від реалізованого технологічного процесу (механічні втрати). Ефективність різних технологічних процесів заготівлі сіна [2] залежить не лише від використовуваної техніки, а і від урожайності та об'ємів виробництва. Показником для оцінки технології заготівлі може бути не лише економічна ефективність [4], а і енергетична оцінка корму [5]. Більшість публікацій присвячена аналізу існуючих технологій, їх моделюванню, також представлені роботи по розробці та випробуванню нових технічних засобів [6, 7] та аналізу способів використання технічних засобів [8].

*Формулювання цілей статті:* систематизація технологій заготівлі сіна та визначення основних показників характеристик підбирача-навантажувача сіна.

*Результати досліджень.* Досушування валків до вологості 17-18 % значно змінює властивості сіна в порівнянні з вологою травою. Сіно схильне до пилоутворення при пневмотранспортуванні, від нього відокремлюється (втрачається) листова фракція при виконанні операцій ворущіння, згрібання, підбирання. В зв'язку з цим при вантаженні сіна доцільно уникати кидального транспортування для зменшення механічних втрат цінної листової фракції.

Різновиди технологій заготівлі сіна отримують назву по виду отриманого продукту: розсипне сіно, різане сіно, сіно заготовлене з використанням активного вентилявання, пресоване сіно, сіно заготовлене в рулонах, сіно в брикетах.

Іншою особливістю заготівлі різновидів сіна в порівнянні із заготівлею силосу та сінажу є можливість реалізації технології по непоточній схемі заготівлі. В цьому випадку зібрані об'єми сіна доставляються до сховища не відразу, а з перебуванням продукту деякий час посеред або на краю поля.

Схема технологічного процесу заготівлі сіна представлена на рис. 1.

Формування об'ємів сіна передбачає всі різновиди об'ємів: копиці, стіжки різної щільності, прямокутні тюки та рулони різних розмірів. При виконанні цієї операції можливе різання маси на частини довжиною до 150-200 мм, що дає можливість механізовано роздавати сіно існуючими технічними засобами.

Осібнo стоїть потокова технологія заготівлі сіна, при якій сформовані об'єми не вивантажуються на полі, а відразу перевозяться до місця зберігання в тих же ємностях в яких і сформовані. Різновидами такої технології є варіанти транспортування сіна з підбирачем (працює один енергозасіб) і зміни транспортної ємності (працює декілька енергозасобів).

Для запобігання погіршення якості сіна при заготівлі його у спресованому вигляді (великогабаритні тюки і рулони) можлива герметизація їх плівкою. Ця операція створює анаеробні умови всередині рулону і запобігає розвитку плісеней і процесів гниття. Для всіх інших варіантів заготівлі сіна для забезпечення його якості може використовуватися активне вентилявання з досушуванням до кондиційної вологості. В обох випадках собівартість сіна зростає, однак буде гарантовано отримання якісного корму.

На сьогодні частину сіна заготовляють в розсипному вигляді. Реалізація цього процесу потребує операцій по перевантаженню у двох місцях: на полі і біля сховища. Виконання операцій без спеціалізованих технічних засобів приводить до значних затрат ручної праці. Досягнути її зменшення можливо заготовляючи сіно в пресованому вигляді.

Загальний розвиток технологій призводить до збільшення формованих об'ємів: від копиці масою 350 кг формованою ПК-1,6 перейшли до об'єму в 60 м<sup>3</sup> формованих СПТ-60, від малогабаритних тюків з можливістю ручної роботи до великогабаритних, переміщати які можливо лише навантажувачами.

Аналізуючи технології заготівлі сіна слід відзначити тенденції не тільки збільшення утворюваних об'ємів, що приводить до збільшення продуктивності праці, але і до зменшення операцій по перевалці рослинної маси, збільшенню числа типів машин обладнаних бітерно-ножевими різальними апаратами, тобто

заготівлі різаного сіна в розсипному вигляді чи запакованого у тюки чи рулони, створення технічних засобів для заготівлі сіна в несприятливих умовах (створення обмотувальників і прес-підбирачів-обмотувальників рулонів сіна).

Якщо косарки мають стабільну конструкцію і мало різняться одна від іншої в межах одного типу, то для формування об'ємів сіна з валків використовуються різноманітні технічні засоби.

Найбільш простим із них є волокуша, яка навішується на задню навіску трактора. Зіштовхнувши валок масу групують (в залежності від потужності валка) на відстані 50-80 м. Зібране з кількох валків сіно цією волокушею здвигається поперек напрямку розташування валків і утворюється об'єм, який грейферним навантажувачем вкладається у кузова автомобілів чи тракторні візки і перевозиться до місця складування.

Отримане сіно може бути забруднене землею, мають місце значні втрати як при формуванні об'ємів, так і при їх вантаженні в транспорт, однак технічні засоби дуже прості і продуктивні, надійно реалізується технологічний процес. Спосіб із-за своїх недоліків практично використовується лише при форс-мажорних обставинах.

Уникнути забруднення землею корму дозволяє використання пружинно-пальцевих підбирачів. На базі підбирача розробляються різні варіанти об'ємуючих конструкцій. Окрім підбирача основними вузлами в ньому є транспортний орган та місткість, у якій формується об'єм сіна. Місткість може мати різні розміри та форму і може бути змінною. Яскравим прикладом такої конструкції є причіпний підбирач-копнувач ПК-1,6А.

Місткість копнувача циліндричної форми складає 11,75 м<sup>3</sup>. Після підбирача сіно підхвачується нижньою частиною грабельного транспортера і спрямовується до місткості. Після її заповнення включається гідроциліндр, який відкриває задню частину ємності і нахилиє дно. Сформований об'єм під час руху машини сповзає на землю. Вантаження сіна в транспортні засоби, як і в першому випадку, проводиться з використанням грейферного чи вилчатого навантажувача.



\*під об'ємами маси маються на увазі копиці, стіжки, мало- та великогабаритні тюки, рулони, заповнені кузова розсипним чи брикетованим сіном

Рис.1. Технологічна схема заготівлі різновидів сіна

Необхідність додаткових операцій по вантаженню транспортних засобів та підвищення продуктивності праці призвели до розроблення підбирача стогуутворювача об'ємом  $60 \text{ м}^3$ , що в 5 разів більше від попередньої машини.

При роботі СПТ-60 підбирач подає масу до ротора-кидалки і по трубопроводу сіно подається в камеру стогуутворювача. При її заповненні на всю висоту рухомий дах гідроциліндром через систему важелів і штанг

опускається вниз на 1,4 м, стискаючи верхню частину сіна. Під час заповнення процес ущільнення проводиться 2-3 рази. Заповнена місткість розвантажується завдяки днищевому транспортеру при відкритому задньому клапанові. Сирти разом із стогоутворювачем перевозяться до місця складування або розвантаження в полі.

Стогоутворювач, поряд з такою перевагою, як збільшений до 60 м<sup>3</sup> об'єм сирти, має і недоліки. Перша з них це наявність пневмотранспортування сіна із-за чого в ньому оббивається листя, яке розпилюється і втрачається. Іншим недоліком є руйнування сирти при її вантаженні на стоговіз. Не уникає ця система і необхідності перевалювання маси при укладці на місці зберігання.

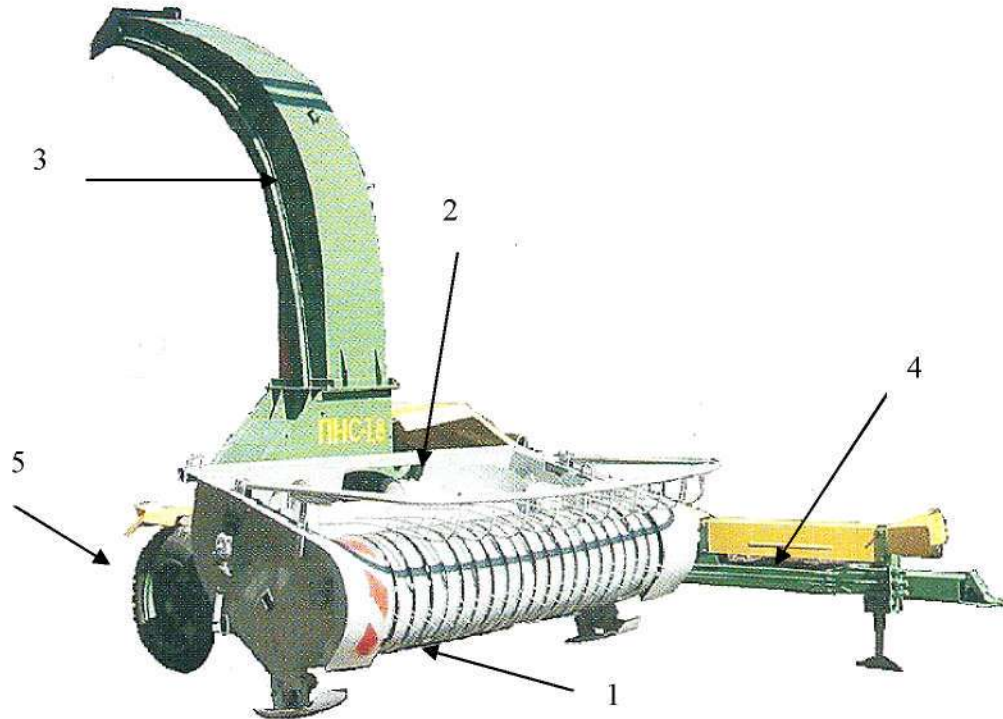
В господарствах використовують стогоутворювачі як стоговози, тобто без перевалки маси у полі. Таке використання знижує продуктивність їх роботи, особливо за значних віддалей перевезення. Для уникнення цього відомі випадки використання лише одного, без стогоутворювача, підбирача. Стогоутворювач замінено на спеціалізований причіп 2-ПТС-4-887А місткістю 40 м<sup>3</sup>. В цьому випадку продуктивність роботи підвищується, однак додатково використовуються декілька тракторів та причепів.

По аналогічній схемі в комплекті з причепом 2-ПТС-4-887А працюють фуражир ФН-1,2 з пристосуванням ПВФ-1,4, підбирач-навантажувач соломи та сіна ПНС-1,8 (рис. 2).

Підбирач-навантажувач уніфіковано з КПП-2,4 (підбирач, рама, приводи) і фуражиром ФН-1,2 (вентилятор-кидалка, матеріалопровід). За цією схемою зі змінним причепом працює і підбирач валків ПВ-6 (рис. 3). Однак в ньому, завдяки заміні пневмотранспортуючого робочого органу на робочий орган, який працює по принципу проштовхування, уникнуто явища видування листової фракції сіна.

Сіно граблиною набивача проштовхується не лише по каналу самого підбирача, а і по місткості причепа. Завдяки цьому сіно у місткості – причепі ущільнюється, що підвищує ефективність роботи на його транспортуванні.

Іншим варіантом, в якому проштовхуючий робочий орган об'єднано із формуючою місткістю, є конструкції візків-підбирачів, які у великому асортименті (місткість кузова 20-60 м<sup>3</sup>) випускаються закордонними фірмами. Крім того, що вони мають кузов прямокутної форми з днищевим транспортером та відкидним заднім клапаном, в механізмі подачі стеблової маси встановлено ряд нерухомих пластинчатих ножів з лезами криволінійної форми.



1 – підбирач; 2 – вентилятор-кидалка; 3 – матеріалопровід; 4 – сниця і привод; 5 – колесо

Рис. 2. Підбирач-навантажувач сіна та соломи ПНС-1,8



1 – рама; 2 – привод; 3 – підбирач; 4 – канал для проштовхування сіна; 5 – граблина набивача; 6 – колеса; 7 – привод дискових ножів

Рис.3. Модернізований підбирач валків ПВ-6

Всі представлені вище технічні засоби заготовляють розсипне сіно і їм притаманний один недолік – необхідність укладання (скиртування) сіна на місці зберігання. Ця операція потребує затрат ручної праці. Для зменшення

затрат ручної праці (підвищення продуктивності) сіно заготовляють ущільненим – у тюках і рулонах.

Прес-підбирачі випускаються для формування тюків розмірами 35-40 см × 45-55 см і регульовані в межах 0,7-1,5 м довжини. Якщо тюки планується складувати вручну, то їх маса не повинна перевищувати 17 кг. Конструкція прес-підбирача, окрім рами, ходової частини, систем приводу, включає пресувальну камеру прямокутної форми, в якій рухається по направляючим поршень. Механізм приводу поршня – кривошипно-шатунний. подача сіна в камеру – переважно правостороння бокова. Для подачі використовується набивач грабельного типу, який забирає рослинну масу від підбирача. На виході із пресувальної камери встановлено рухомий по висоті лист, переміщенням якого регулюють щільність тюків та два вузлов'язальні апарати, які у взаємодії з голками зв'язують тюк по довжині двома нитками шпагату.

Існують і дещо видозмінні конструкції прес-підбирачів, наприклад з криволінійним рухом поршня, верхньою, нижньою або фронтальною подачею, однак найбільшого розповсюдження отримали преси із боковою подачею.

Необхідність збільшення продуктивності праці привела до створення пресів для формування великогабаритних тюків. Переріз тюка сягає 0,8 м – 1,2 м × 1,0 м – 1,4 м, довжина – регульована, до двох метрів. подача в таких пресах переважно нижня, вони оснащуються різальними апаратами бітерно-ножового типу. Частота ходів поршня із збільшенням перерізу зменшується до 30-50 ходів за хвилину. Обв'язується тюк чотирма-шістьма в'язальними апаратами.

Значно більше, ніж преси з прямокутними камерами, отримали поширення рулонні преси завдяки більш простій конструкції. Щільність пресування в рулонних пресах нижча, ніж в пресах з прямокутною камерою. В цих пресах камера пресування циліндрична з розташуванням її осі горизонтально та перпендикулярно до напрямку руху. Вона складається з двох частин, задня з яких підіймається при вивантаженні рулону. Окрім камери з елементами транспортування на периферії (пласкі гумотканеві паси, барабани, ланцюгово-планчатий транспортер) прес має підбирача, пресуючі валки, обв'язувальний механізм, системи привода та ходову частину. Розміри отримуваних рулонів залежать від розмірів камери формування рулону, а вона коливається в межах: діаметр 1,2-1,8 м, ширина 1,2-1,6 м.

Більшість пресів працюють по перевалковій технології, причому тюки залишаються безпосередньо в полі. Для пресів, які формують малогабаритні тюки, передбачено використання склиза, завдяки якому вони вантажаться у поряд ідучий транспорт. В цьому випадку отримуємо варіант поточної технології.

Таким чином існує значна кількість технічних засобів з допомогою яких можлива заготівля стеблових кормів. Вибір технології заготівлі, технічних засобів для її реалізації обумовлений об'ємами робіт, агротехнічними строками, наявним набором машин та фінансовими можливостями господарства.

Значна кількість технологій заготівлі сіна, різноманітні технічні засоби для підбирання, формування об'ємів та перевезення сіна підтверджують

різноплановість вимог та протиріччя між ними, як до всього процесу, так і до процесу формування об'ємів.

Одним із варіантів заготівлі розсипного сіна може бути технологічний процес заготівлі різаного сіна з використанням підбирача-навантажувача з бітерно-ножовим різальним апаратом який вантажить масу методом проштовхування [9].

Загальний вигляд такого підбирача представлено на рис. 3, а ножів – на рис. 4. Використання такого підбирача забезпечує продуктивне підбирання стеблових матеріалів, їх енергоощадне різання на частки заданої довжини, уникнення втрат від видування листової фракції, роботу як по потоковій, так і по перевалочній схемах.



Рис. 4. Дискові ножі встановлені під днищем підбирача

Однією із умов роботи підбирача є повне перекриття дисками по висоті каналу транспортування маси. При невиконанні цієї умови частина маси буде не перерізана, тобто можливо змінювати довжину різки стеблової маси не лише змінюючи відстань між ножами, а і змінюючи величину перекриття каналу ножами по висоті. Змінюючи висоту каналу при незмінному положенні ножів, отримані показники перекриття представлені в таблиці 1.

Підбирач в польових умовах працював на швидкостях 5,3-8,2 км/год. Подальше підвищення швидкості лімітувалося станом поверхні поля. Як і очікувалося збільшення перекриття каналу призводить до збільшення кількості перерізаних стебел. Так, якщо не різана маса (канал вільний, ступінь перекриття – 0 %) мала середньозважену довжину 440 мм, то при перекритті каналу на 81,9 % - 86,3 % середньозважена довжина різки зменшується до 240-220 мм відповідно. Залежність зміни середньозваженої довжини різки від ступеня перекриття каналу представлено в таблиці 1.

Експериментально встановлено, що середньозважена довжина різання перевищує встановлену відстань між дисками. Це пояснюється початковою орієнтацією стебел у валку (рис. 5). Збільшення відстані між дисковими ножами (установочна довжина різки) призводить до пропорційного збільшення середньозваженої довжини різання маси, причому співвідношення між середньозваженою та встановленою довжиною різання із збільшенням останньої в межах 95-200 мм зменшується з 1,39 до 1,25, тобто на 9,35 %.



Вказані результати отримано при 86,3 % перекритті каналу дисковими ножами по висоті. Повне (100 % перекриття каналу характеру кривої не змінює, зменшуючи при цьому довжину різання на 8-10 мм).

Таблиця 1 – Характеристики перекриття каналу при різних настройках

Показник	Положення установки пристосування для перекриття каналу			
	1	2	3	4
Загальна висота каналу, мм	195,0	206,0	232,0	282,0
Висота каналу не перекрита ножами, мм	28,6	37,1	63,5	113,5
Частка перекриття каналу, %	86,3	81,9	72,6	59,7
Середньозважена довжина різки, мм	220,0	240,0	265,0	305,0

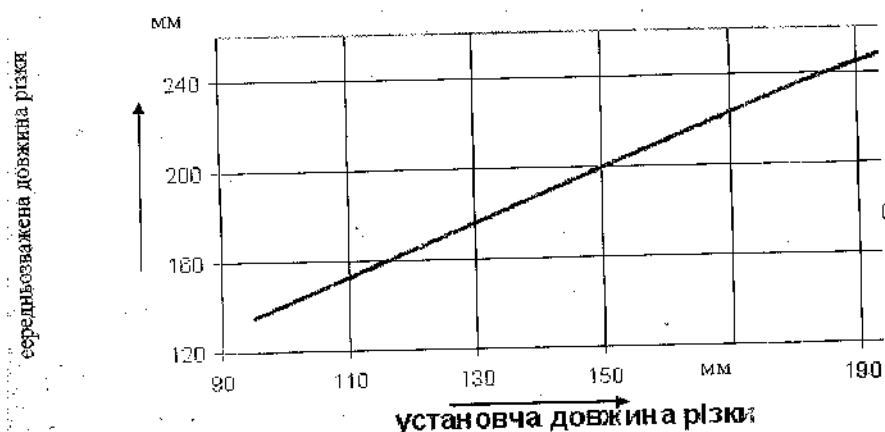


Рис. 5. Зміна середньозваженої довжини різання, в залежності від встановленої відстані між дисковими ножами

Швидкість обертання дискових ножів не впливає на довжину різання маси, однак впливає на енергоємність процесу різання. Так при швидкості ножів 12,8 м/с витрати пального склали 8,08 кг/год, а при 5,34 м/с – 7,34 кг/год. При відключеному приводі (ланцюг приводу знято, батарея дисків вільно обертається) витрата пального трактором складає 6,7 кг/год.

#### Висновки.

1 Найважливіша значна кількість технологічних процесів та технічних засобів для заготівлі сіна дозволяє стверджувати, що продуктивності відбуваються шляхом збільшення об'ємів і маси порцій матеріалу з якими виконуються операції транспортування та складування.

2 Забезпечення якості отриманого сіна відбувається шляхом мінімізації перебування сіна в польових умовах та створення умов для уникнення розвитку мікрофлори: активне вентилування для керованого, прискореного досушування або обмотування плівкою для створення анаеробних умов зберігання. Різання

сіна в процесі заготівлі дозволяє формувати об'єми з більшою щільністю та отримувати технологічний корм придатний для змішування та дозованої роздачі.

3 Для різання сіна використовуються бітерно-ножові різальні апарати, однією із особливостей яких є транспортування переробленої стеблової маси методом проштовхування, що дозволяє зберігати від втрат листову складову корму.

4 Для підбирання та вантаження сіна перспективним є підбирач з бітерно-ножовим різальним апаратом, здатним працювати як по поточній, так і по перевалочній схемах взаємодії із транспортними засобами.

#### Література

1 *Нэш М. Дж.* Консервирование и хранение сельскохозяйственных продуктов. Пер. с англ. М.: Колос, 1981. – 311 с.

2 *Зафрен С.Я.* Технология приготовления кормов/ С.Я. Зафрен. - М.: Колос, 1977.

3 *Сало Я.* Вплив засобів механізації на ефективність заготівлі сіна/ Я. Сало Д. Федак

4 *Ленский А.В.* Экономическая эффективность заготовки травяных кормов машинами отечественного производства. Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве/ А.В. Ленский, С.В.Крылов, И.М. Лабоцкий, А.В. Наумник//Материалы Международной научно-практической конференции. - Т. 3. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2009. – С. 75-78.

5 *Ермичев В.А.* Энергосбережение в технологиях кормопроизводства/ В.А. Ермичев, А.И. Купреенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 4, 2005. – С. 11-13.

6 *Окунев Г.А.* Подборщик-погручник рассыпного сена. Тракторы и сельскохозяйственные машины/ Г.А. Окунев, В.Л. Астафьев, С.И. Бобков, А.И. Дерепаскин и др. - № 9- 2008. – С. 15-16.

7 Маленькие роторы: лучшая резка. Современная сельскохозяйственная техника и оборудование. Вып. 3/4, 2010. – С. 72-75.

8 *Глухарев В.А.* Анализ погрузочно-транспортного процесса при заготовке прессованных тюков растительных материалов/ В.А. Глухарев, В.Н. Соколов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 12, 2008. – С. 38-39.

9 *Кузьменко В.Ф.* Експериментальна перевірка бітерно-ножового різального апарата з дисковими ножами. Науковий вісник НУБіП, вип.. 144, ч. 4, серія: Техніка та енергетика АПК, 2010. – С. 136-142.

**ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ СЕНА И  
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОДБОРЩИКОВ-ПОГРУЗЧИКОВ  
РАЗНЫХ ТИПОВ**

Кузьменко В.Ф.

*Аннотация*

**Систематизированы технологии заготовки разных видов сена и проанализированы подборщики сена для реализации этих технологий. Представлено конструкцию перспективного подборщика-погрузчика сена.**

**TECHNOLOGY OF HARVESTING DIFFERENT TYPES  
OF HAY BALERS**

*V. Kyzmenko*

*Summary*

**Systematized technology of harvesting different types of hay and to analyze the hay balers for implementation of these technologies. Are presented the design of prospective pickup-truck hay.**