



УДК 631.363:577.112.7

DOI: 10.37128/2520-6168-2023-4-12

**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ВІЗКІВ-ПІДБИРАЧІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ РОБОТИ ПРИ ЗАГОТІВЛІ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОПОЖИВНОЇ БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ ПАСТИ ТА ЖОМУ****Холодюк Олександр Володимирович**, к.т.н., доцент**Твердохліб Ігор Вікторович**, к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет

**Кузьменко Володимир Федорович** к.т.н., старший науковий співробітник

"Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва" Національної Академії Аграрних наук України

**Oleksandr Kholodiuk**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Igor Tverdokhlib**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Vinnytsia National Agrarian University

**Volodymyr Kuzmenko**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

"Institute of mechanics and automation of agro-industrial production" of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

*У господарствах АПК України використовують усі різновиди листостеблових кормів, які складають майже 50-60 % собівартості продукції тваринництва. Вибір з існуючих технологій заготівлі залежить від необхідного виду корму, способу заготівлі вирощуваної культури, наявної кількості технічних засобів та машин в господарстві.*

*Застосування та впровадження нових енергозберігаючих засобів в умовах гострої енергетичної кризи, що зараз спостерігається майже в усіх галузях народного господарства, зокрема, у технологіях заготівлі стеблових кормів набуває особливо актуального значення. Одним із напрямків розв'язання згаданих проблем є використання у технологічному процесі заготівлі сіна, сінажу, зеленої маси візків-підбирачів-транспортувальників.*

*Методика досліджень базувалась на застосуванні методів аналізу і аналогії, аналітичних методів, методів вищої математики та числових розрахунків.*

*При вивченні та порівнянні конструкційно-технологічних параметрів візків-підбирачів встановлено, що вони переважно складаються із рами, причіпної сніци, ходової частини, підбирача із подрібнювальним апаратом, кузова, вивантажувального пристрою та гідросистеми. Для додаткового розвантаження корму в годівниці візки-підбирачі виготовляють з дозувальним пристроєм. Щодо ходової частини таких машин вона може бути, залежно від вантажопідйомності, одновісна, тандемна або тридемна з примусовим управлінням. Кузови здебільшого зварні, у більшості моделей децю звужені донизу. Вони можуть мати відкидні або зємні верхні частини бортів. Верхня частина кузова перекривається тентом або поздовжніми синтетичними канатами для запобігання втратам трав'яної маси у разі його переповнення. Підбирачі маси здійснюється за класичною схемою, завдяки барабанно-пальцевим підбирачам різної ширини захвату в межах 0,55 – 2,1 м.*

*Відмічено, що у більшості моделей використовують простий і надійний у роботі роторний подавальний пристрій. Це циліндричний барабан на поверхні якого закріплені криволінійні пальці, утворюючи, таким чином, зірчоподібну форму. Кількість пальців по колу барабана змінюється від 2-х до 9-ти у залежності від діаметра. Таке конструкційне виконання подавального пристрою дозволяє його використовувати не лише у візках-підбирачах, а й у прес-підбирачах. Роторний подавальний пристрій відрізняється довжиною в межах від 1470 до 2000 мм і діаметром від 600 до 880 мм, кількістю рядів пальців їх конструкційним виконанням (довжина пальця і форма лінії робочої поверхні) і способом кріплення на барабані.*

*Досліджено ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому. Встановлено залежність зміни експлуатаційної продуктивності візків-підбирачів, яка враховує затрату часу на усунення технологічних порушень робочого процесу, виконання операцій періодичного технічного*



обслуговування, переобладнання або комплектування агрегату та усунення технічних несправностей.

**Ключові слова:** візок-підбирач, заготівля стеблових кормів, високопоживна білково-вітамінна паста, ефективність роботи, продуктивність, живильний ротор, різальний механізм.

**Ф. 15. Рис. 2. Табл. 1. Літ. 26.**

## 1. Вступ

Розвиток галузі тваринництва в Україні не можливий без створення міцної кормової бази. Понад 90 % в загальній структурі кормів, що використовуються в цій галузі, припадає на стеблові. У господарствах АПК України використовують усі різновиди листостеблових кормів, які складають майже 50-60 % собівартості продукції тваринництва. Вибір з існуючих технологій заготівлі залежить від необхідного виду корму, способу заготівлі вирощуваної культури, наявної кількості технічних засобів та машин в господарстві.

## 2. Постановка проблеми

Скошування, ворущіння, перевертання і згрібання пров'яленої трави в валки, пресування в рулони чи тюки, підбирання та транспортування до місць зберігання є цілим типом однотипних виробничих операцій сучасних технологій заготівлі стеблових кормів. Від якості і своєчасності виконання зазначених операцій в значній мірі залежить повнота збирання листостеблової маси, величини її втрат, поживності і згодовування тваринами отриманого корму. Забезпечити сучасні технології заготівлі кормів можна лише за рахунок високого технічного рівня та якості відповідної сільськогосподарської техніки.

Без перебільшення, можна стверджувати, що реалізація найбільш поширених технологій заготівлі стеблових кормів, призводить до втрат 40 % наявних у рослинах поживних речовин, причому втрачається найбільш багата протеїном складова – листові фракції. Дефіцит протеїну в раціонах в 35-40 % призводить до перевитрати кормів на 40 %, недобору тваринницької продукції [1].

Наприклад, як зазначають автори [2, 3] при застосуванні у технологіях заготівлі сінажу самохідних чи причіпних кормозбиральних комбайнів втрачається мінімум 6 % зеленої маси. Перш за все вони спричинені здуванням легких фракцій (листочків, бутонів і суцвіття) повітрям при вантаженні маси у причіп (за вітряної погоди втрати можуть сягати 15 – 20 %). Для оптимального вмісту сухої речовини і протеїну та досягнення потрібного ущільнення маси в траншеї чи плівковому мішку зберегти цю листову масу вкрай важливо. Як зазначає автор [2] навіть 10 % втрат люцерни – це втрачені 3,5 т молока з 1 га на рік.

Застосування та впровадження нових енергозберігаючих засобів в умовах гострої енергетичної кризи, що зараз спостерігається майже в усіх галузях народного господарства, зокрема, у технологіях заготівлі стеблових кормів набуває особливо актуального значення.

Одним із напрямків розв'язання згаданих проблем є використання у технологічному процесі заготівлі сіна, сінажу, зеленої маси візків-підбирачів-транспортувальників (ВПТ).

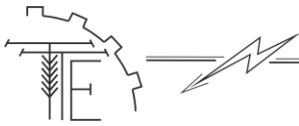
## 3. Аналіз останніх досліджень та публікацій

В достатній кількості наукових робіт висвітлюються різні аспекти технологій та способів використання технічних засобів заготівлі листостеблових кормів. Більшість публікацій присвячена аналізу існуючих технологій [4, 5, 6, 7], їх моделюванню, втраті поживних речовин [8, 9, 10, 11], а також розробці та впровадженню нових технічних засобів [7, 9, 12, 13, 14, 15] та аналізу способів використання технічних засобів [7, 9, 13].

Порівняння продуктивності і собівартості роботи різних кормозбиральних машин з погляду наступного розрахунку оптимізації виробництва тваринницької продукції у господарствах наведено у роботах [16]. Представлено практичний досвід використання візків-підбирачів та порівняння їх роботи з самохідними кормозбиральними комбайнами.

## 4. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є встановлення конструкційних особливостей візків-підбирачів-транспортувальників та дослідження ефективності їх роботи при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому.



Завданням роботи передбачалось: здійснити аналіз досліджень і публікацій щодо різних аспектів технологій та способів використання технічних засобів заготівлі листостеблових кормів; встановити основні конструктивно-технологічні відмінності сучасних візків-підбирачів стеблової маси; дослідити ефективність роботи візків-підбирачів-транспортувальників та встановити залежність зміни експлуатаційної продуктивності агрегатів при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому.

## 5. Виклад основного матеріалу

Стебловим кормом, який заготовляють безпосередньо господарствами, є сіно, сінаж, силос, зелена трав'яна маса. Технологічні процеси заготівлі стеблових кормів трансформуються в напрямку забезпечення, перш за все, показників якості кормів, підвищення ефективності використання технічних засобів та зниження енергоємності виконуваних процесів, що, в свою чергу, сприятиме зменшенню собівартості одиниці одержаного корму.

Відомо, що на перетравність поживних речовин корму впливає співвідношення в раціоні між перетравним протеїном і без азотистими речовинами. Рационального поєднання амінокислотного складу і високої енергетичної цінності можна досягти при фракційній переробці зеленої маси люцерни в результаті якої отримують два основних компоненти: білково-вітамінна паста та жом.

Розроблено технологічну блок-схему виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому [17] де відображені основні структурні елементи запропонованої технологічної блок-схеми енергоефективного та ресурсоощадного процесу. Проектна потужність цеху становить 8-10 т/год по зеленій масі.

Виробництво високопоживної білково-вітамінної пасти та жому включає в себе такі операції, як [17]: дозування, дезінтеграції (подрібнення) і вологого фракціонування зелених рослин; коагуляції зеленого соку; розділення суспензії, що отримана в результаті коагуляції; сушіння рослинного білково-вітамінного концентрату та приготування з нього пелет (гранул).

Нині у багатьох господарствах України, що займаються молочним скотарством, можна побачити у роботі візки-підбирачі-подрібнювачі. Це універсальні машини, які підбирають з валків прив'язану чи без неї листостеблову масу, подрібнюють (за потреби), нагромаджують її у кузові машини та транспортують до місць складування або згодовування. Через те, що листостеблова маса до кузова подається знизу і з меншою швидкістю у порівнянні із силосозбиральним комбайном, втрати легких фракцій врожаю (листочків і суцвіть) є мінімальними. Такі агрегати можуть застосовувати для підбирання валків сіна, пров'язаної трави, соломи, а також для транспортування силосу.

Візки-підбирачі-транспортувальники виготовляють відомі зарубіжні компанії Pottinger (Австрія), Menzinger, Taarup, JF-Stoll (Данія), Claas, Krone, Deutz Fahr, Bergmann (Німеччина), Schuitemaker (Нідерланди), New Holland, Case, John Deere (США), Malone (Ірландія), Roc (Італія), SIP (Словенія) та ін. Основним показником, що характеризує візок-підбирач, поряд із показниками різального апарату, є об'єм його кузова. В залежності від об'єму змінюється і маса візка-підбирача, а відповідно і потужність трактора, з яким він агрегується. Тому, ряд компаній виготовляють їх різними типорозмірними рядами із широким діапазоном місткості кузова – від 11,5 м<sup>3</sup> до 57 м<sup>3</sup> (за стандартом DIN 11741) і більше.

Основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива, отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д. В Україні візки-підбирачі не виробляють.

За загальним конструкційним компонуванням візки-підбирачі-транспортувальними різних компаній близькі між собою й різняться лише виконанням окремих вузлів і агрегатів. Такі машини переважно складаються із рами, причіпної саниці, ходової частини, підбирача із подрібнювальним апаратом, кузова, вивантажувального пристрою та гідросистеми. Для додаткового розвантаження корму в годівниці візки-підбирачі виготовляють з дозувальним пристроєм. Щодо ходової частини таких машин вона може бути, залежно від вантажопідйомності, одновісна, тандемна або тридвонна з примусовим управлінням. Кузови здебільшого зварні, у більшості моделей дещо звужені донизу. Вони можуть мати відкидні або земні верхні частини бортів. Верхня частина кузова перекривається тентом або поздовжніми синтетичними канатами для запобігання втратам трав'яної маси у разі його переповнення. Підбирачі маси здійснюється за класичною схемою, завдяки барабанно-пальцевим підбирачам різної ширини захвату в межах 0,55 – 2,1 м.



Основним вузлом візків-підбирачів є подрібнювальний апарат ковзаючого різання, подавальний пристрій якого виконаний здебільшого у вигляді ротора чи ексцентричного мотовила з керованими граблями (граблевий).

В сучасних моделях використовують більш простий і надійний у роботі роторний подавальний пристрій. Це циліндричний барабан на поверхні якого закріплені криволінійні пальці, утворюючи, таким чином, зірчоподібну форму. Кількість пальців по колу барабана змінюється від 2-х до 9-ти у залежності від діаметра. Таке конструкційне виконання подавального пристрою дозволяє його використовувати не лише у візках-підбирачах, а й у прес-підбирачах. Роторний подавальний пристрій відрізняється довжиною і діаметром, кількістю рядів пальців їх конструкційним виконанням (довжина пальця і форма лінії робочої поверхні) і способом кріплення на барабані. Для більшості моделей ротор містить вмонтований механізм зворотного ходу, що використовується у разі його забивання.

Щодо різального механізму то в усіх моделях, без виключення, ножі пластинчасті і встановлені в один або два ряди. Ножі дугоподібної форми, мають індивідуальний захист від поломки при попаданні сторонніх предметів.

Вивантажувальний пристрій, що встановлений в кузові машин, містить ланцюгово-пластинчастих транспортер і блок дозувальних вальців, що розміщуються один над одним в задній частині кузова. Певні моделі візків-підбирачів виготовляються без блока дозувальних вальців. Окрім того, певні моделі візків-підбирачів-подрібнювачів для забезпечення можливості роздавання кормів безпосередньо в годівниці виготовляють з дозувальним пристроєм у вигляді поперечного стрічкового чи ланцюгово-планчастого транспортера.

Основні узагальнені показники візків-підбирачів деяких фірм-виробників наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

*Узагальнені показники технічної характеристики візків-підбирачів*

Фірма-виробник, країна	Модель	Місткість кузова (DIN 11741), м <sup>3</sup>	Ширина захвату підбирача, м	Живильний ротор (діаметр/довжина, м)	Кількість ножів	Теоретична довжина різки, мм	Необхідна потужність, кВт
<b>Claas</b> (Німеччина)	Cargos 8000	30,0-50,0	2,0	860/1580	40	38	
	9000	41,5-47,5	2,0	860/1580	40	38	
<b>Pottinger</b> (Австрія)	Boss Junior	11,5-14,25			12	120	15-44
	Boss Alpin	13,5-18,7			16	84	29-74
	EuroBoss	16,1-23,9			31	43	44-81
	Boss	18,7-23,9			31	43-172	51-96
	Primo	25,5-48,0	2,0	-/-	31	45-210	51-96
	Faro	24-52			31-11	45-135	66-110
	Europrofi	26-32			35	39	96-162
	Torro	28-43			45	34	118-221
	Jumbo	38-54			48-65	34-25	147-368
<b>Krone</b> (Німеччина)	AX	25-31	1,8	760/150	16/32	90/45	59-74
	MX	33-40	1,8	-	21/41	74/37	88-103
	RX	36-43	2,015	880/1780	23/46	74/37	110-125
	ZX	43-56	2,12	880/1910	24/48	74/37	155-175
<b>Bergmann</b> (Німеччина)	Royal	26,8-30,0	1,94	600/1428		34	59-132
	Repex	28,6-35,3	1,94	750/1470	41	35	88-147
	Carex	37,5-43,0	2,05	850/1470		35	110-257
<b>Malone</b> (Ірландія)	Trojan MT 35	20					64
	MT 42	25	2,0	-/2000	35	40	82
	MT 52	30					97
<b>Roc</b> (Італія)	CT	38					
		48	-	-/2000	18	-	
		60					





Розглянемо особливості конструкцій візків-підбирачів відомих фірм-виробників більш детально.

Для заготівлі якісного сінажу фірма Claas виробляє візки-підбирачі-транспортувальники моделей Quantum та Cargos (рис. 1, а) із місткістю кузова від 25,6 м<sup>3</sup> до 50 м<sup>3</sup>. Причепи обладнані подрібнювальним апаратом RotoCut з 33 й 40 окремо захищеними ножами, що забезпечують довжину різання 45 і 38 мм. Машини мають двоступінчастий ножовий блок на гідравлічній рамі. Візки-підбирачі Claas демонструють високу пропускну здатність, завдяки розробленій системі подачі Efficient Feeding System (EFS) подрібненої кормової маси в кузов машини із нахиленим спереду скребковим транспортером. Також внаслідок цього зникає потреба в наявності подавального каналу над ротором, що сприяє кращому й більш рівномірному завантаженню кузова й зменшенню споживаної потужності машини.

Подрібнювальний апарат Quantum та Cargos містить ротор, що має 9 рядів спеціальних зубів завтовшки 22 мм і різальним блоком, що укомплектований 40 ножами [18]. Як і в інших агрегатах, заміна ножів на різальному блоці виконується без застосування спеціального інструмента.

Однією із відмінних особливостей візків-підбирачів фірми Claas є те, що подрібнювальний апарат можна доволі швидко демонтувати. Цьому сприяє наявність у конструкції швидкодіючих кріплень із спеціальними електро- та гідравлічними з'єднаннями. Водночас зберігаються всі налаштування візка-підбирача, а маса причепа зменшується на 2,5 т, що дозволяє ефективніше його використовувати на перевезенні кормів чи інших матеріалів [18].

Серед усіх виробників візків-підбирачів компанія Pottinger має чи не найбільшу лінійку візків-підбирачів, що налічує понад 50 різних моделей з об'ємом кузова від 11,5 м<sup>3</sup> до 48,1 м<sup>3</sup> [19]. Завдяки оснащення різального апарата найбільшою кількістю ножів в 65 чи 45 – це забезпечує найменшу теоретичну довжину різання в 25 чи 34 мм відповідно. Pottinger пропонує такі моделі візків-підбирачів як Primo, Faro, Europrofi, Torro, Jumbo і Jumbo Combiline. Також, компанія постійно вдосконалює низькорамні причепи Alpin, які використовують малі фермерські господарства на схилах.

Jumbo і Jumbo Combiline (рис. 1, б) найбільш відомі в Україні. У кожній із цих моделей кілька модифікацій з різним об'ємом кузова, як з дозувальними вальцями, так і без них. Сучасні моделі візків-підбирачів виробництва Pottinger серійно обладнуються системою Isobus, що автоматизує налаштування параметрів машини для виконання різноманітних технологічних процесів.

Ротор подрібнювального апарата діаметром 800 мм таких моделей як Europrofi, Torro, Jumbo і Jumbo Combiline містить 8 рядів захоплюваних зубів. Таке конструкційне виконання ротора із спіральним розташування зубів забезпечує рівномірне ущільнення маси й подавання її до кузова [19]. Оптимізоване розташування ножів подрібнювального апарата в один ряд гарантує завантаження машини без поштовхів і забезпечує рівномірне подрібнення трав'яної маси.

Нові моделі візків-підбирачів виробництва Pottinger обладнують ергономічною системою Easy Move (висувною ножовою балкою). Дана система дозволяє автоматично розблокувати ножі подрібнювального апарата й знімати їх для заміни без застосування додаткових інструментів. Повністю автоматизований спеціальний пристрій дозволяє здійснювати загострення ножів на всіх візках-підбирачах Jumbo.

Фірма Krone випускає візки-підбирачі серій AX, MX, RX і ZX [20]. Машини із серій ZX мають найбільшу місткість кузова від 43 до 56 м<sup>3</sup> (рис. 1, в). Усі ці машини не дешеві, але їх можна використовувати також у зв'язі з кормозбиральним комбайном як транспортний засіб, оскільки в них передбачено можливість верхнього завантаження.

Модернізований підбирач Easy Flow має 6 рядів некерованих граблин. Якісний підбір трав'яної маси валків під час поворотів агрегату забезпечується завдяки збільшеній до 210 см конструкційній ширині захвату підбирача. В свою чергу, живильний ротор містить 8 рядів зубців, що розташовані по гвинтовій лінії (рис. 2 а). Діаметр ротора 880 мм, а довжина – 186 см. Внаслідок вдосконалення конструкції подрібнювача при агрегуванні з тракторами потужністю 220 к.с візки-підбирачі дають змогу одержати продуктивність роботи машини на підбиранні валків свіжоскошеної трави 160-180 т/год.

Подрібнювальний апарат SplitCut візків-підбирачів серії ZX - абсолютно нової системи, з якою обрізки кромки зовнішніми зірочками ротора повністю ізольовані від завантажувального простору бічними перегородками. Ця технологія гарантує, що в камеру завантаження не потрапить необрізана культура, навіть біля краю ротора.

Для безпечної експлуатації причепів велике значення має їх ходова система. Завдяки тридевному шасі, універсальні візки-підбирачі ZX 550 можна експлуатувати з навантаженням до 30 т і максимальною швидкістю до 60 км/год [20]. Розраховане на великі навантаження шасі з гідропневматичною підвіскою й автоматичним вимірюванням кузова створюють додатковий комфорт у роботі.

Візки-підбирачі серії ZX містять вбудовану систему автоматичного зважування трав'яної маси, що надходить в кузов. При підключенні даної системи до GPS дозволить здійснювати моніторинг врожайності зібраної кормової маси. Це, в свою чергу, сприятиме виконувати аналіз та виявляти непродуктивні ділянки на полі.

Усі серії візків-підбирачів Krone містять центральну систему змащування, що, у свою чергу, значно полегшує експлуатацію. Простота обслуговування досягається також за рахунок автоматичного натягування ланцюга скребкового транспортера.

Інша відома німецька компанія Bergmann випускає візки-підбирачі серій Royal, Repex, Carex та Shuttle з місткістю кузова від 28,4 м<sup>3</sup> до 49,5 м<sup>3</sup> відповідно нормам DIN [21]. На українському ринку компанія реалізує комбіновані візки-підбирачі Carex (рис. 1, з), що мають ексклюзивне оснащення та систему керування і подрібнення, завдяки чому забезпечуються найвищі показники якості корму. Вони постачаються як з дозувальним вальцями (модель S), так і без них (модель K).

Оптимальна подача зеленої маси відбувається від підбирача, оснащеного притискним вальцем, крізь 8-ми спіральний ротор та нахилений вперед скребковий транспортер. Підбирач з боковою м'ягнковою навіскою й шириною захвату 2,05 м без механізму керування граблями має 6 рядів зубців [21]. Він установлений у безпосередній близькості від ротора, що гарантує ідеальний потік зеленої маси. Ротор CAREX діаметром 850 мм має ширину 1470 мм (опція 1840 мм). Подрібнювальний апарат візків-підбирачів CAREX оснащений ножами у кількості 41 (опція 53 ножа), що розташовані в одній площині, і які забезпечують довжину різання 35 мм (опція 34 мм). Кожен ніж має захист від пошкодження сторонніми предметами.



а



б



в



з



д



е

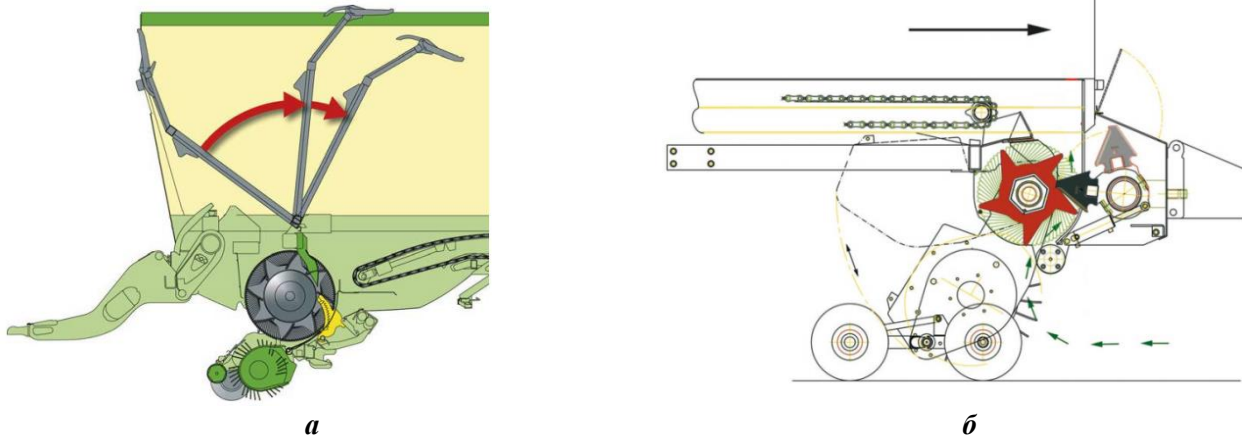
**Рис. 1. Загальний вигляд візків-підбирачів-подрібнювачів:**  
а – Cargos 8500 (Claas); б – Jumbo 7540 (Pottinger); в – ZX 450 (Krone);  
з – Carex 410 S (Bergmann); д – Trojan MT 52 (Malone); е – CT 360 (Roc).

Донний транспортер вже в серійному виконанні виготовляється з високоміцної сталі, а передня частина його опущена на 275 мм, що забезпечує стабільний потік корму і знижує потрібну потужність. CAREX вже в серійному виконанні має рухомий передній борт, який служить для ущільнення маси і збільшення завантаження, а також рухомий верхньою частиною переднього борту, призначеної для руху за кормозбиральним комбайном.

Також у якості опції на візках-підбирачах CAREX може застосовуватися гідравлічне шасі, завдяки чому навантаження рівномірно розподіляється на обидві вісі. Великий хід компенсатора (до 300 мм) забезпечує відмінні ходові характеристики причепів, особливо під час руху по нерівній місцевості.

Компанія Malone (Ірландія) випускає п'ять моделей візків-підбирачів Trojan MT (рис. 1, *д*) із місткістю причепів від 35 до 62 м<sup>3</sup> [22]. Роторний подавальний пристрій, який містить 5-ть рядів пальців товщиною 6 мм, взаємодіє із різальним механізмом, що налічує 35 і 44 пластинчатих ножа. Таке виконання подрібнювального апарата дозволяє одержати різану трав'яну масу величиною 35 і 40 мм.

Фірма Roc (Італія) пропонує візки-підбирачі серії СТ (рис. 1, *е*) з місткістю причепа 38, 48 і 60 м<sup>3</sup>, які містять подрібнювальний апарат із роторним подавальним пристроєм [23]. Відмінною особливістю апарата (рис. 2, *б*) є те, що потік (транспортування) трав'яної маси від підбирача відбувається передньою частиною ротора. Ротор робочою довжиною 2,0 м містить 5-ть рядів пальців парно встановлених на барабані із подальшим зміщенням один відносно одного, утворюючи спіраль. Пальці взаємодіють із різальним механізмом, що налічує 18 пластинчатих ножів, розташованих в один ряд, які мають форму сегментів, що дозволяє використовувати похиле різання [23].



**Рис. 2. Схеми подавальних пристроїв з живильним ротором візків-підбирачів:**  
*а – ZX 450 (Krone); б – СТ 360, 348, 238 (Roc).*

Перевагою розглянутої конструктивно-технологічної схеми візків-підбирачів є відведення підбирача у транспортне положення під кузов причепа (рис. 2, *б*), що сприяє зручному пересуванню та переїздам агрегату по нерівностям.

Отож, з впевненістю можемо зазначити, що заготівля сінажу, різаної зеленої маси можливе завдяки використанню візків-підбирачів, які залежно від вантажопідйомності можуть агрегуватись з тракторами потужністю від 80 до 350 к.с.

Використання візків-підбирачів дозволяє не тільки підбирати, різати і транспортувати сировину, а й перевозити масу до місця призначення. В іншому процес не відрізняється від заготівлі сінажу за комбайновою технологією. Використання подрібнювальних апаратів дозволяє різати стеблову масу на довжину 35-70 мм, частково ущільнювати її в транспортному засобі (в 1,8-2 рази, порівнюючи з насипною масою). Захист від попадання сторонніх предметів є обов'язковим для цих машин, а нові зразки мають також систему заточування ножів. Мінімальна встановлена довжина різання складає 34 мм.

Без перебільшення можемо зазначити, що основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива, отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д [16].

Ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі листостеблових матеріалів можна оцінити показником експлуатаційної продуктивності (т/год чи га/год).





Зрозуміло, що у балансі експлуатаційного часу час основної роботи витрачається на підбирання трав'яної маси і її транспортування до місць зберігання чи згодовування ВРХ, проте залежно від відстані (2 – 3 км), наприклад, від поля до траншеї, час на транспортування може становити 12 – 15 хв. Тому не варто вважати, що продуктивності за використання візків-підбирачів суттєво зменшиться. Сучасні моделі таких машин у разі відстані перевезення корму до 3 км за збиральною продуктивністю не поступаються середнім кормозбиральним комбайнам, а інколи навіть переважають їх. У таких умовах, за даними практичних тестувань, можливо досягти значного скорочення витрат порівняно з використанням кормозбирального комбайна [16].

Такі агрегати особливо ефективно застосовувати для малих ферм і фермерських господарств. Переваги порівняно з кормозбиральним комбайном – можна обійтися без дорогої, складної в обслуговуванні спеціальної кормозбиральної техніки, а також заощадити паливо. Загальна економія витрат по різних розрахунках в оптимальному випадку становить до 40 %. Крім того, підвищується технологічна надійність: коли простоює один з кількох візків-підбирачів, можна продовжувати роботу іншими машинами, а коли простоює кормозбиральний комбайн, заготівлі кормів призупиняється.

Отже, для ефективної роботи візків-підбирачів потрібно дотримуватись наступних умов:

- агрегування візків потрібно виконувати з тракторами, транспортна швидкість яких становить 60 – 80 км/год;
- дорожній просвіт енергозасобу має бути не менший ніж 500 – 600 мм;
- господарства повинні мати технічні засоби для утворення валків достатньої потужності;
- польові дороги та під'їзні автомобільні шляхи до місць складування

Продуктивність машинного агрегату за годину експлуатаційного часу, крім змінного, включає затрати часу на виконання операцій періодичного технічного обслуговування, переобладнання або комплектування агрегату в зв'язку з переходом на іншу технологічну схему роботи і усунення технічних несправностей.

Продуктивність візків-підбирачів за експлуатаційний час в загальному випадку визначають за відомою формулою [24, 25]:

$$W_e = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{ек} \cdot \tau, \text{га/год} \quad (1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м;  $V_p$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год;  $T_{ек}$  – експлуатаційний час, год;  $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни.

Оскільки ВПТ – машини двох функціонального призначення, які виконують технологічну операцію підбирання з одночасним подрібненням (при потребі) трав'яної маси, та транспортування маси до місць зберігання, потрібно розглянути більш детально реальну величину експлуатаційних затрат часу і інших складових.

Розглянемо баланс експлуатаційного часу роботи візків-підбирачів. Він включає наступні елементи часу:

$$T_{ек} = T_{оп} + T_{от} + T_{пов} + T_{бв} + T_{роз} + T_{до} + T_{тп} + T_{хп} + T_{па} + T_{рег} + T_{щто} + T_{то} + T_{тн}, \text{год.}, \quad (2)$$

де  $T_{оп}$ ,  $T_{от}$  – час основної роботи на підбиранні трав'яної маси і її транспортуванні (рух з вантажем), год;  $T_{пов}$  – час на повороти і заїзди при роботі на загінці, год;  $T_{бв}$  – тривалість руху агрегату без вантажу, год;  $T_{роз}$  – час розвантаження причепа, год;  $T_{до}$  – час додаткових операцій, год;  $T_{тп}$  – час на усунення технологічних порушень робочого процесу, год;  $T_{хп}$  – час можливих холостих переїздів агрегату з однієї робочої ділянки на іншу, год;  $T_{па}$  – час підготовки агрегату до роботи, год;  $T_{рег}$  – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби операторів технічного засобу, год;  $T_{щто}$ ,  $T_{то}$  – час щомісячного і періодичного технічного обслуговування, год;  $T_{тн}$  – час на усунення технічних несправностей (відмов) машин, год.

Для зручності аналізу складових балансу експлуатаційного часу представимо залежність (2) у вигляді трьох груп доданків:

$$T_{ек} = T_{ц} + T_{дз} + T_{н}, \text{год.},$$

де  $T_{ц}$  – тривалість циклу, год;  $T_{дз}$  – складові, які характеризують додаткові затрати часу, що мають випадковий характер, год;  $T_{н}$  – нормовані (регламентні) затрати часу, год.

Тривалість циклу включає наступні складові експлуатаційного часу:

$$T_{ц} = T_{оп} + T_{от} + T_{пов} + T_{бв} + T_{роз} + T_{до}, \text{год.} \quad (3)$$

Додаткові затрати часу:

$$T_{дз} = T_{тп} + T_{хп} + T_{тн}, \text{год.} \quad (4)$$





Нормовані затрати часу:

$$T_n = T_{па} + T_{рег} + T_{цто} + T_{то}, \text{ год.} \quad (5)$$

Складові балансу часу зміни  $T_n$  не залежить або залежать несуттєво від основних параметрів ВПТ.

Затрати часу зміни на виконання циклічної роботи візків-підбирачів можна представити в такій формі:

$$T_{ц} = n_{ц} \cdot t_{ц}, \text{ год.}, \quad (6)$$

де  $n_{ц}$  – кількість виробничих циклів упродовж зміни;  $t_{ц}$  – тривалість одного виробничого циклу, год.

Один виробничий цикл  $t_{ц}$  візків-підбирачів включає: час повного заповнення причепа подрібненою трав'яною масою  $t_{оп}$ ; час транспортування маси до місця розвантаження  $t_{от}$ ; час на повороти і заїзди при роботі на заїзці  $t_{пов}$ ; час повернення візка-підбирача без вантажу до поля  $t_{бв}$ ; час розвантаження причепа  $t_{роз}$ ; час зважування візка-підбирача  $t_{до}$ :

$$t_{ц} = t_{оп} + t_{от} + t_{пов} + t_{бв} + t_{роз} + t_{до}, \text{ год.}$$

Складові  $t_{ц}$  представимо у вигляді наступних залежностей:

- час повного заповнення причепа подрібненою трав'яною масою

$$t_{оп} = \frac{10 \cdot V_{вп} \cdot \gamma_m \cdot \varphi}{B \cdot V_p \cdot U_m}, \text{ год або } t_{оп} = \frac{V_{вп} \cdot \gamma_m \cdot \varphi}{q}, \text{ год.}, \quad (7)$$

- час транспортування маси до місця розвантаження

$$t_{от} = \frac{L}{V_{зв}}, \text{ год.}, \quad (8)$$

- час повернення візка-підбирача без вантажу до поля

$$t_{бв} = \frac{L}{V_{бв}}, \text{ год.}, \quad (9)$$

- час розвантаження причепа

$$t_{роз} = t_p \cdot V_{вп} \cdot \varphi, \text{ год.}, \quad (10)$$

де  $V_{вп}$  – місткість візка-підбирача,  $\text{м}^3$ ;  $\gamma_m$  – щільність подрібненої трав'яної маси у візку-підбирачі,  $\text{т/м}^3$ ;  $\varphi$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності;  $B$  – відстань між валками, м;  $U_m$  – кондиційна урожайність трав'яної маси, що підбирається,  $\text{т/га}$ ;  $q$  – подача трав'яної маси, яка становить  $q = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot U_m$ ,  $\text{т/год}$ ;  $L$  – відстань транспортування маси до місця розвантаження, км;  $V_{зв}, V_{бв}$  – швидкість руху агрегату з вантажем і без вантажу,  $\text{км/год}$ ;  $t_p$  – питомі затрати часу на розвантаження,  $\text{год/м}^3$ .

Тривалість одного повороту  $t_{пов}$  різних марок візків-підбирачів може дещо відрізнятися і за результатами приймальних випробувань складає близько  $t_{пов} \approx 6 \text{ с}$ , або  $t_{пов} \approx 0,002 \text{ год}$ .

Щодо затрат часу на додаткові операції, то сюди можемо віднести час витрачений на зважування корму. Він залежить від місця розташування вагової від основного маршруту транспортування корму, під'їзду агрегату, дорожнього покриття тощо. За даними хронометражних спостережень, тривалість одного зважування  $t_{до}$  складає близько 3 хв., тобто  $t_{до} = 0,05 \text{ год}$ . Також, слід вказати, що деякі із виробників сучасних візків-підбирачів, наприклад компанія Krone, уже передбачила вбудовану систему автоматичного зважування трав'яної маси, що надходить в кузов. В такому разі затрати часу на зважування корму враховувати не потрібно.

З урахуванням викладеного і залежностей (7)...(10) отримаємо один виробничий цикл  $t_{ц}$  візків-підбирачів рівним:

$$t_{ц} = 0,052 + V_{вп} \cdot \varphi \left( \frac{\gamma_m}{q} + t_p \right) + L \left( \frac{1}{V_{зв}} + \frac{1}{V_{бв}} \right), \text{ год.}$$

Додаткові затрати часу пов'язаних з усуненням технологічних порушень робочого процесу  $T_{тп}$  та усунення технічних несправностей (відмов) машин  $T_{тн}$  визначаємо за наступними формулами:

$$T_{тп} = (1 - k_{нт}) \cdot T_{зм}, \text{ год.}, \quad (11)$$

$$T_{тн} = (1 - k_{г}) \cdot T_{зм}, \text{ год.} \quad (12)$$

де  $k_{нт}$  – коефіцієнт надійності технологічного процесу;  $k_{г}$  – коефіцієнт готовності;  $T_{зм}$  – тривалість зміни, год;  $T_{хп}$  – час можливих холостих переїздів агрегату, год;

Витрати часу на холості переїзди з однієї робочої ділянки на іншу:

$$T_{хп} = \frac{L_x}{V_x}, \text{ год.}, \quad (13)$$

де  $L_x$  – відстань холостих переїздів за зміну, км.

З урахуванням (11)...(13) групу додаткових затрат часу (4) представимо у вигляді:



$$T_{дз} = T_{зм} \cdot (2 - k_{нт} - k_r) + \frac{L_x}{V_x}, \text{ год.}$$

Оскільки для існуючих візків-підбирачів-транспортувальників нормовані елементи часу зміни залежать не суттєво від їх параметрів, тому складові формули (5) для інженерних розрахунків можна прийняти постійними.

Час підготовки тягово-приводних агрегатів  $T_{па}$  до роботи включає приєднання машини і переведення в транспортне положення і назад. Для гідрофікованих машин, до яких відноситься ВПТ, друга складова вельми незначна, і нею можна нехтувати. Тривалість приєднання і від'єднання машини, як показали дослідження, в сумі складає не більше 5 хв. Враховуючи, що такі машини працюють у складі агрегату, як правило, не більше 5...7 днів, маємо  $T_{па} \approx 1$  хв., або  $T_{па} \approx 0,02$  год. за зміну.

Сумарний час на отримання наряду, відпочинок і власні потреби, по даним [24, 26], складає  $T_{рег} \approx 34$  хв., або  $T_{рег} \approx 0,57$  год.

Час щомісячного технічного обслуговування  $T_{щто}$  (ЩТО) включає ЩТО трактора і ЩТО машини ( $T_{щто тр}$  і  $T_{щто м}$ ). Величина  $T_{щто тр}$  залежить від потужності  $N_{еф}$  використовуваного трактора:

$$T_{щто тр} = 0,24 + 0,00175 \cdot N_{еф}.$$

У зв'язку з тим, що більшість ВПТ відрізняються лише місткістю кузова, який не вимагає ЩТО, а число точок змащування не перевищує чотири, величину  $T_{щто м}$  можна прийняти нормативною:  $T_{щто м} = 0,17$  год.

Тоді:

$$T_{щто} = 0,41 + 0,00175 \cdot N_{еф}, \text{ год.}$$

Затрати часу на періодичне ТО можна представити у вигляді:

$$T_{то} = S_{то} \cdot T_{см}.$$

де  $S_{то}$  – питома оперативна трудомісткість технічного обслуговування, люд. год. Для сучасних ВПТ приймають  $S_{то} = 0,08$  люд. год.

З урахування викладеного залежність (5) прийме вигляд

$$T_{н} = 1 + 1,75 \cdot 10^{-3} \cdot N_{еф} + 0,08 \cdot T_{см}, \text{ год.}$$

Число вироблених циклів за зміну визначимо з рівняння:

$$n_{ц} = \frac{T_{ек} - T_{дз} - T_{н}}{t_{ц}},$$

або в розгорнутій формі з урахуванням перетворень

$$n_{ц} = \frac{(k_{нт} + k_r - 1,08) \cdot T_{ек} - 0,00175 \cdot N_{еф} - \frac{L_x}{V_x} - 1}{0,052 + V_{вп} \cdot \varphi \left( \frac{\gamma_m}{q} + t_p \right) + L \left( \frac{1}{V_{зв}} + \frac{1}{V_{бв}} \right)}.$$

Враховуючи, що  $\tau \cdot T_{ек} = T_{оп} + T_{от}$ , маємо:

$$\tau \cdot T_{ек} = \left( \frac{10 \cdot V_{вп} \cdot \gamma_m \cdot \varphi}{B_p \cdot V_p \cdot U_m} + \frac{L}{V_p} \right) \cdot n_{ц}. \quad (14)$$

Підставив (14) в (1) і виконав перетворення, отримаємо

$$W_e = \left( \frac{V_{вп} \cdot \gamma_m \cdot \varphi}{U_m} + 0,1 \cdot B_p \cdot L \right) \cdot n_{ц}. \quad (15)$$

Рівняння (15) дозволяє визначити продуктивність ВПТ і показує взаємозв'язок їх параметрів (місткості кузова, швидкості руху, допустимої ширини захвату) і природно – виробничих умов (врожайності, відстані транспортування маси та ін).

## 6. Висновки

Візки-підбирачі-транспортувальники - це універсальні машини, які підбирають з валків прив'язану чи без неї листостеблову масу, подрібнюють (за потреби), нагромаджують її у кузові машини та транспортують до місць складування або згодовування. Основні їх переваги – можливість реалізації без перевалочних технологій, менші втрати кормової маси, зменшення витрати палива, отримання технологічного матеріалу для подальших операцій транспортування, змішування, роздачі і т.д.

Основним показником, що характеризує візок-підбирач таких відомих зарубіжних компаній як Pottinger, Mengerle, Taarup, JF-Stoll, Claas, Krone, Deutz Fahr, Bergmann, Schuitemaker, Malone, Roc, SIP є об'єм їх кузова. В залежності від об'єму змінюється і маса візка-підбирача, а відповідно і потужність



трактора, з яким він агрегується. Тому, ряд компаній виготовляють їх різними типорозмірними рядами із широким діапазоном місткості кузова – від 11,5 м<sup>3</sup> до 57 м<sup>3</sup> (за стандартом DIN 11741) і більше.

Візки-підбирачі переважно складаються із рами, причіпної сніці, ходової частини, підбирача із подрібнювальним апаратом, кузова, вивантажувального пристрою та гідросистеми. Для додаткового розвантаження корму в годівниці візки-підбирачі виготовляють з дозувальним пристроєм. Щодо ходової частини таких машин вона може бути, залежно від вантажопідйомності, одновісна, тандемна або триднемна з примусовим управлінням. Кузови здебільшого зварні, у більшості моделей дещо звужені донизу. Вони можуть мати відкидні або земні верхні частини бортів. Верхня частина кузова перекривається тентом або поздовжніми синтетичними канатами для запобігання втратам трав'яної маси у разі його переповнення. Підбирачі маси здійснюється за класичною схемою, завдяки барабанно-пальцевим підбирачам різної ширини захвату в межах 0,55 – 2,1 м.

У більшості моделей використовують простий і надійний у роботі роторний подавальний пристрій. Це циліндричний барабан на поверхні якого закріплені криволінійні пальці, утворюючи, таким чином, зірчоподібну форму. Кількість пальців по колу барабана змінюється від 2-х до 9-ти у залежності від діаметра. Таке конструкційне виконання подавального пристрою дозволяє його використовувати не лише у візках-підбирачах, а й у прес-підбирачах. Роторний подавальний пристрій відрізняється довжиною в межах від 1470 до 2000 мм і діаметром від 600 до 880 мм, кількістю рядів пальців їх конструкційним виконанням (довжина пальця і форма лінії робочої поверхні) і способом кріплення на барабані.

Досліджено ефективність роботи візків-підбирачів при заготівлі стеблових кормів для виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому. Встановлено залежність зміни експлуатаційної продуктивності візків-підбирачів, яка враховує затрату часу на усунення технологічних порушень робочого процесу, виконання операцій періодичного технічного обслуговування, переобладнання або комплектування агрегату та усунення технічних несправностей.

#### Список використаних джерел

1. Чернюк С. Протеїнове живлення. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 6. С. 25–29.
2. Сінаж з люцерни: дешево та якісно. *Agroexpert*. 2011. № 1 (30). С. 60–61.
3. Прес-підбирач: руйнування стереотипів досвідом. *Пропозиція*. 2012. № 4 (202). С. 136–137.
4. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: підручник. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
5. Кузьменко В. Ф., Холодюк О. В. Продуктивні технології заготівлі сіна. *Всеукраїнський аграрний журнал. АгроЕліта*. 2017. № 5 (52). С. 71–73.
6. Сироватко К. М., Зотько М. О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 268 с.
7. Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта М. П. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів: науково-практичний посібник. К : Фенікс, 2008. 104 с.
8. Деркач В. В. Обґрунтування технології та режимних параметрів ресурсозберігаючого процесу підбирання сіна: дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Вінниц. нац. Аграр. Ун-т. Вінниця, 2016. 192 с.
9. Механізація та автоматизація виробництва молока / Адамчук В. В., Фененко А. І., Кузьменко В. Ф. та ін. ; за ред. В.В. Адамчука, А.І. Фененка. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2020. 368 с.
10. Овсієнко А. І., Безпалько А. В., Овсієнко С. М. Заготівля і використання силосу з високою аеробною стабільністю. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 154–160.
11. Жуков В., Ляхач С., Гончар Л. Обґрунтування технологічних процесів інтенсифікації вологовіддачі бобових трав при заготівлі сіна та сінажу. *Корми і кормовий білок : матеріали XIII Міжнар. наук. конф., 06 серп. 2021 р.* Вінниця : ІКСГП, 2021. С. 129–131.
12. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / за ред. Кравчука В. І., Грицишина М. І., Ковалю С. М. К. : Аграрна Наука, 2004. 396 с.
13. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. Адамчука В. В., Грицишина М. І. К. : Аграрна наука, 2012. 416 с.
14. Використання плівкових рукавів для зберігання стеблових кормів та зерна / за ред. Присяжнюка М. В. та Петриченка В. Ф. К. : Аграрна наука, 2013. 96 с.



15. Кузьменко В. Ф., Максименко В. В., Холодюк О. В. Розвиток засобів механізації кормовиробництва. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб.* 2020. № 12 (111). С. 91–101.
16. Мохначов В. Боротьба систем: причіп-підбирач чи сучасний силосний комбайн? *Пропозиція.* 2013. № 4 (14). С. 156–157.
17. Твердохліб І. В., Солоня О. В., Полевода Ю. А., Холодюк О. В. Технологія виробництва рослинної білково-вітамінної пасти. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2023. № 3 (110). С. 85–92.
18. Офіційний сайт компанії Claas. URL: <https://www.claas.ua/produktsiya> (дата звернення: 18.09.2023).
19. Офіційний сайт компанії Pottinger. URL: [https://www.poettinger.at/uk\\_ua/produkte/kategorie/lw/-](https://www.poettinger.at/uk_ua/produkte/kategorie/lw/-) (дата звернення: 18.09.2023).
20. Офіційний сайт компанії Krone. URL: <https://www.krone-agriculture.com/de/produkte/transporttechnik> (дата звернення: 20.09.2023).
21. Офіційний сайт компанії Bergmann. URL: <https://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/?p=32> (дата звернення: 15.09.2023).
22. Офіційний сайт компанії Malone. URL: <https://malonefm.com/products/self-loading-wagons/> (дата звернення: 20.09.2023).
23. The official website of the company Roc. URL: <https://roc.ag/it/prodotti/carro-trincia/ct-360/> (дата звернення: 18.09.2023).
24. Експлуатація машин і обладнання / Бендера І. М. та ін. за ред. Бендери І. М., Грубого В. П., Роздорожнюка П. І. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
25. Експлуатація машин і обладнання : навчальний посібник / Лукач В. С., Василюк В. І., Хропост В. І. Ніжинський агротехнічний інститут : Оригінал-макет, 2023. 122 с.
26. Ластівка М. М. Експлуатація машин і обладнання : навчальний посібник. Ладижин, 2019. 374 с.

#### References

- [1] Chernyuk, S. (2016). Proteyinove zhyvleniya. *The Ukrainian Farmer*, 6, 25–29. [in Ukrainian].
- [2] Sinazh z lyutserny: deshevo ta yakisno. (2011). *Agroexpert*, 1 (30), 60–61. [in Ukrainian].
- [3] Pres-pidbyrach: ruynuvannya stereotypiv dosvidom. (2012). *Propozytsiya*, 4 (202), 136–137. [in Ukrainian].
- [4] Kalens'ka, S.M., Yermakova, L.M., Palamarchuk, V.D. (2015). *Systemy suchasnykh intensyynykh tekhnolohiy u roslynnytstvi: pidruchnyk*. Vinnytsya: FOP Rohal's'ka I.O. [in Ukrainian].
- [5] Kuz'menko, V.F., Kholodyuk, O.V. (2017). Produktivni tekhnolohiyi zahotivli sina. *Vseukrayins'kyi ahrarny zhurnal. AhroElita*, 5 (52), 71–73. [in Ukrainian].
- [6] Syrovatko, K.M. Zot'ko M.O. (2020). *Tekhnolohiya kormiv ta kormovykh dobavok: navchal'nyy posibnyk*. Vinnytsya : VNAU. [in Ukrainian].
- [7] Kravchuk, V.I., Lutsenko, M.M., Mechta, M.P. (2008). *Prohresyvnii tekhnolohiyi zahotivli, pryhotuvannya i rozdavannya kormiv: naukovopraktychnyy posibnyk*. K: Feniks. [in Ukrainian].
- [8] Derkach, V.V. (2016). *Obgruntuvannya tekhnolohiyi ta rezhymnykh parametriv resursozberihayuchoho protsesu pidbyrannya sina [Justification of the technology and mode parameters of the resource-saving hay picking process]*. (Candidate's thesis). Vinnytsya. [in Ukrainian].
- [9] Adamchuka, V.V., Fenenka, A.I. (Ed.). (2020). *Mekhanizatsiya ta avtomatyzatsiya vyrobnytstva moloka*. Nizhyn : Vydavets' PP Lysenko M.M. [in Ukrainian].
- [10] Ovsienko, A.I., Bezpal'ko, A.V., Ovsienko, S.M. (2017). Zahotivlya i vykorystannya sylosu z vysokoyu aerobnoyu stabil'nistyu. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 83, 154–160. [in Ukrainian].
- [11] Zhukov, V., Lykhach, S., Honchar, L. (2021). Justification of technological processes of intensification of moisture yield of leguminous grasses during harvesting of hay and silage. *Kormy i kormovyy bilok : materialy 13 Mizhnar. nauk. konf.*, (pp. 129–131). Vinnytsya : IKSHP. [in Ukrainian].
- [12] Kravchuka, V.I., Hrytsyshyna, M.I., Kovalya, S.M. (Ed.). (2004). *Suchasni tendentsiyi rozvytku konstruktiv sil's'kohospodars'koyi tekhniki*. K.: Ahrarna Nauka. [in Ukrainian].
- [13] Adamchuka, V.V., Hrytsyshyna, M.I. (Ed.). (2012). *Systema tekhniko-tekhnolohichnoho zabezpechennya vyrobnytstva produktsiyi roslynnytstva*. K.: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
- [14] Prysyazhnyuka, M.V., Petrychenka, V.F. (Ed.). (2013). *Vykorystannya plivkovykh rukaviv dlya zberihannya steblovykh kormiv ta zerna*. K. : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].





- [15] Kuz'menko, V.F., Maksimenko, V.V., Kholodyuk, O.V. (2020). Rozvytok zasobiv mekhanizatsiyi kormovyrobnytstva. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva*, 12 (111), 91–101. [in Ukrainian].
- [16] Mokhnachov, V. (2013). Borot'ba system: prychip-pidbyrach chy suchasnyy sylosnyy kombayn? *Propozytsiya*, 4 (14), 156–157. [in Ukrainian].
- [17] Tverdokhlib, I.V., Solona, O.V., Polyevoda, YU.A., Kholodyuk, O.V. (2023). Tekhnolohiya vyrobnytstva roslynnoyi bilkovo-vitaminnoyi pasty. *Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh*, 3(110), 85–92. [in Ukrainian].
- [18] Ofitsiynnyy sayt kompaniyi Claas. URL : <https://www.claas.ua/produktsiya> (data zvernennya: 18.09.2023). [in Ukrainian].
- [19] Ofitsiynnyy sayt kompaniyi Pottinger. URL : [https://www.pottinger.at/uk\\_ua/produkte/kategorie/lw/](https://www.pottinger.at/uk_ua/produkte/kategorie/lw/) (data zvernennya: 18.09.2023). [in Ukrainian].
- [20] Ofitsiynnyy sayt kompaniyi Krone. URL : <https://www.krone-agriculture.com/de/produkte/transporttechnik> (data zvernennya: 20.09.2023). [in Ukrainian].
- [21] Ofitsiynnyy sayt kompaniyi Bergmann. URL : <https://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/?p=32> (data zvernennya: 15.09.2023). [in Ukrainian].
- [22] Ofitsiynnyy sayt kompaniyi Malone. URL : <https://malonefm.com/products/self-loading-wagons/> (data zvernennya: 20.09.2023). [in Ukrainian].
- [23] The official website of the company Roc. URL : <https://roc.ag/it/prodotti/carro-trincia/ct-360/> (data zvernennya: 18.09.2023). [in Ukrainian].
- [24] Bendery, I.M., Hruboho, V.P., Rozdorozhnyuka, P.I. (Ed.). (2013). *Ekspluatatsiya mashyn i obladnannya*. Kamyanets'-Podil's'kyy: FOP Sysyn YA.I. [in Ukrainian].
- [25] Lukach, V.S., Vasylyuk, V.I., Khropost, V.I. (2023). *Ekspluatatsiya mashyn i obladnannya: Navchal'nyy posibnyk*. Nizhyn's'kyy ahrotekhnichnyy instytut: Oryhinal-maket. [in Ukrainian].
- [26] Lastivka, M.M. (2019). *Ekspluatatsiya mashyn i obladnannya: Navchal'nyy posibnyk*. Ladyzhyn. [in Ukrainian].

#### **CHARACTERISTICS OF THE DESIGNS OF MODERN PICK-UP TRUCKS AND EFFICIENCY OF THEIR WORK IN THE PROCUREMENT OF STEM FORAGE FOR THE PRODUCTION OF HIGHLY NUTRITIONAL PROTEIN-VITAMIN PASTE AND PULLEY**

*In the agro-industrial complex of Ukraine, all types of leafy fodder are used, which make up almost 50-60% of the cost price of livestock products. The choice of existing harvesting technologies depends on the required type of fodder, the method of harvesting the cultivated crop, the available number of technical means and machines in the farm.*

*The use and introduction of new energy-saving means in the conditions of an acute energy crisis, which is currently observed in almost all branches of the national economy, especially in the technologies of harvesting stem fodder, is of particular importance. One of the directions for solving the mentioned problems is the use of pick-up trucks in the technological process of harvesting hay, haylage, and green mass.*

*The research methodology is based on the application of methods of analysis and analogy, analytical methods, methods of higher mathematics and numerical calculations.*

*When studying and comparing the design and technological parameters of pick-up trucks, it has been found that they mainly consist of a frame, a trailer, a chassis, a pick-up with a shredder, a body, an unloading device and a hydraulic system. For additional unloading of fodder in the feeder, pick-up trucks are made with a dosing device. As for the undercarriage of such machines, it can be single-axle, tandem or three-axle with forced control, depending on the load capacity. The bodies are mostly welded, in most models they are somewhat narrowed down. They can have folding or removable upper parts of the sides. The upper part of the body is covered with an awning or longitudinal synthetic ropes to prevent loss of grass mass in case of overflow. Mass pick-up is carried out according to the classic scheme, thanks to drum-finger pick-ups of different grip widths in the range of 0.55 - 2.1 m.*

*It is noted that most models use a simple and reliable rotary feeder. This is a cylindrical drum on the surface of which curved fingers are fixed, thus forming a star-like shape. The number of fingers around the drum varies from 2 to 9, depending on the diameter. This design of the feeder allows it to be used not only in pick-up trucks, but also in press pick-ups. The rotary feeder differs in length from 1470 to 2000 mm and diameter from 600 to 880 mm, the number of rows of fingers, their design (length of the finger and the shape of the line of the working surface) and the method of mounting on the drum.*



*The effectiveness of pick-up trucks in harvesting stem fodder for the production of highly nutritious protein-vitamin paste and pulp is studied. The dependence of changes in the operational productivity of pick-up trucks is established, which takes into account the time spent on eliminating technological violations of the work process, performing periodic maintenance operations, converting or completing the unit, and eliminating technical malfunctions.*

**Key words:** *pick-up trucks, harvest of stem fodder, highly nutritious protein-vitamin paste, work efficiency, productivity, feeding rotor, cutting mechanism.* **Key words:** *pick-up cart, harvest of stem fodder, highly nutritious protein-vitamin paste, work efficiency, productivity, feeding rotor, cutting mechanism.*

**F. 15. Fig. 2. Table. 1. Ref. 26.**

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Холодюк Олександр Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: holodyk@vsau.vin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4161-6712>).

**Твердохліб Ігор Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, ВНАУ, 21008, e-mail: igor\_tverdokhlib@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-1350-3232>).

**Кузьменко Володимир Федорович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії "Механіко-технологічних проблем заготівлі кормів" Інституту механіки та автоматизації агропромислового виробництва НААН України (вул. Вокзальна, 11/1, смт. Глеваха, Васильківського р-ну, Київська область, 08631, Україна, e-mail: vfkuzmenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3474-939X>).

**Oleksandr Kholodyuk** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service of the Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna Street, 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: holodyk@vsau.vin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4161-6712>).

**Igor Tverdokhlib** – Candidate of Technical Sciences (Ph.D. in Eng.), associate professor of the department of general technical disciplines and occupational safety, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, st. Sonyachna 3, VNAU, 21008, e-mail: igor\_tverdokhlib@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-1350-3232>).

**Volodymyr Kuzmenko** – candidate of technical sciences, senior researcher, head of the laboratory "Mechanical-technological problems of fodder harvesting" of the Institute of Mechanics and Automation of Agricultural Production of the National Academy of Sciences of Ukraine (Vokzalna St., 11/1, Glevakh village, Vasylkiv district, Kyiv region, 08631, Ukraine, e-mail: vfkuzmenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3474-939X>).