

УДК 681.3(031)

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ

Д.В. Чирченко, аспірант

Описані основні критерії, що впливають на ефективність технологічних процесів збору та переробки органічної сировини. Розглянуті найбільш розповсюджені підходи до збору органічної сировини і методи її переробки. Проведений огляд факторів, що значною мірою впливають на ефективність, терміни, настроювання та регулювання збиральних агрегатів.

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень, критерії ефективності, підходи до збору органічної сировини, пошук органічної сировини.

Матеріали та методи дослідження. В умовах сучасного сільськогосподарського підприємства вкрай важливим є ефективне використання ресурсної сировинної бази. Після осіннього збору врожаю і заготівлі кормів для худоби на полях залишається велика кількість побічної сировини врожаю у вигляді соломи, листя, стебел, бадилля тощо. Всі ці органічні відходи можна раціонально використати і отримати з них енергію, а також високоякісні біодобрива.

Впровадження сучасних засобів автоматики та робототехніки в усіх галузях відноситься до перспективних інноваційних проектів.

Розглянемо порядок організації процесу збору органічної сировини в умовах сучасного сільськогосподарського підприємства, наукові методи планування та критерії оцінювання ефективності збору та переробки органічної сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про значні досягнення у напрямку розвитку інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень таких вчених як: Терелянський П.В., Сараєв А.Д., Marakas G. M., Руденко В.Д., Макаруч О.М., Еом Н., Lee S., але існуючі методи і критерії оптимізації враховують не всі важливі коефіцієнти процесу збору органічної сировини.

Мета досліджень – полягає у проведенні аналізу критеріїв оптимізації технологічних процесів, що дозволяє ефективно проводити процес збору та переробки органічної сировини.

Результати досліджень. Сучасним сільськогосподарським підприємствам, щоб бути конкурентоспроможними, необхідно переходити від витратних агротехнологій до ресурсо- та енергозберігаючих систем. Необхідною умовою такого переходу є співставлення ефективної технології виробництва з оптимальним управлінням технологічним процесом. Одним із важливих етапів технологічного циклу вирощування сільськогосподарських культур є

збиральна компанія. Щорічно після збору врожаю на полях залишаються тонни органічної сировини у вигляді бадилля, листя, стебел та інших частин рослин, які не застосовуються як основна сировина і не використовуються для годівлі тварин.

Згідно зі статистичними даними після збору 1 т зерна пшениці залишається 1,1 – 1,4 т соломи, з 1 т жита – 1,6 – 2,0 т, з 1 т кукурудзи – 1,3 – 1,6 т, на 1 т насіння соняшника – 1,5 – 2,0 т листо-стебельної маси, на 1 т картоплі – 0,7 – 1,0 т гички. Отже, очевидно, що всю цю масу, яка не йде на годівлю тварин, можна використати для отримання біогазу та високоякісних органічних добрив.

Планування процесу збору органічної сировини реалізується в робочих планах, які формуються на основі виробничо-фінансового плану підприємства та щорічного плану виробничо-господарської діяльності.

Показниками ступеня ефективності розроблених планів збору органічної сировини є експлуатаційні та приведені витрати. Експлуатаційні витрати складаються з витрат на оплату операторам, технічне обслуговування, поточний ремонт і амортизацію техніки, паливно-змащувальні матеріали та інші експлуатаційні матеріали. Приведені витрати складаються із експлуатаційних витрат, а також враховують капіталовкладення підприємства на придбання машин.

Перед збиранням проводиться контрольний замір органічної сировини з полів з метою визначення її поточного стану і маси. На основі цих показників встановлюються режими роботи збиральної техніки і засобів обробки.

Планування процесу збору органічної сировини певної сільськогосподарської культури, в першу чергу, ґрунтується на способі її збирання.

Розглянемо найбільш розповсюджені методи організації збору органічної сировини, до яких відносяться: нормативний, розрахунково-конструктивний, балансовий і економіко-математичний методи.

Нормативний метод дозволяє планувати виробництво за техніко-економічними нормативами (наприклад, за рівнем врожайності з 1 га, за нормами виробітку, за нормами навантаження, за нормами витрат палива тощо). Цей метод базується на застосуванні прогресивних, технічно та економічно обґрунтованих норм і нормативів використання машин і обладнання, матеріалів, палива, витрат праці та інших витрат [1]. Норми та нормативи, що використовуються для складання планів, ґрунтуються на діючих нормативах, які очікуються на початок планового періоду з урахуванням їх змін під впливом всіх організаційних і технічних заходів з удосконалення виробництва.

Основним недоліком нормативного методу є те, що він використовує нормативи, які не враховують технологічні та кліматичні умови конкретного підприємства та виробництва, що може призвести до зниження ефективності при плануванні робіт.

Розрахунково-конструктивний метод полягає в розрахунку детермінованих економіко-математичних показників збирально-транспортного проце-

су. Найбільш важливими детермінованими економіко-математичними показниками є показники роботи збиральних засобів (кількість збиральних засобів, оптимальна швидкість збирального засобу, тривалість заповнення бункера, довжина шляху заповнення бункеру), показники роботи транспортних засобів (необхідна кількість вантажних автомобілів, тривалість циклу руху автомобіля, продуктивність автомобілів, витрати палива), показники роботи вантажно-розвантажувальних механізмів в місцях збору органічної сировини (кількість механізмів, їх продуктивність). Використанню розрахунково-конструктивного методу присвячені роботи [2, 3].

Але формули розрахунку економіко-математичних показників, як правило, розроблені для техніки вітчизняного виробництва, тому планувати роботу закордонної техніки за допомогою розрахунково-конструктивного методу неможливо.

Балансовий метод не враховує стохастичність поведінки процесу збору органічної сировини і нестационарність його характеристик, що може призвести до значних похибок при його плануванні.

У вітчизняній і закордонній літературі широко розглянуто *економіко-математичний метод* планування. Найбільш розповсюдженим підходом у використанні економіко-математичного методу планування сільськогосподарського виробництва є визначення відповідних коефіцієнтів і обмежень за ресурсами, на основі яких моделюється задача оптимізації плану робіт [4]. При цьому, цільові функції можуть реалізовувати критерії максимуму прибутковості, мінімізації матеріальних і грошових витрат, зменшення часу простоїв обладнання, а в якості обмежень можуть виступати обсяги запасів, фонди робочого часу, виробничі потужності технічних засобів, обсяги планових завдань тощо.

Розглянуті методи отримали своє розповсюдження завдяки простоті формалізації задач і простоті їх розв'язання, але вони не дозволяють враховувати динаміку технологічних умов проведення процесу збору органічної сировини, вплив випадкових факторів на проведення робіт, нелінійний характер залежності рівня витрат від об'ємів вирощування сільськогосподарських культур, що значно знижує їх ефективність при застосуванні на практиці.

Розглянемо найбільш розповсюджені підходи до оцінки ефективності збору органічної сировини.

Зазначимо, що на ефективність процесу збирання значною мірою впливають терміни та засоби збирання, організація підготовки полів до збирання врожаю, вибір технічного оснащення процесу збору органічної сировини, кваліфікація робітників, налаштування та регулювання збиральних агрегатів, проведення контролю та оцінювання якості операцій тощо. [5]. Перераховані фактори, як правило, враховуються при виборі або формуванні критерію ефективності збору органічної сировини.

В якості основного критерію економічного оцінювання функціонування збирально-транспортної системи у роботі [6] запропоновано використати комплексний критерій, який складається з продуктивності процесу, а також

питомих приведених, диференціальних та інтегральних витратах, що враховують ефективність капіталовкладень, живої праці та простої машин. Тобто інтегральні витрати на збирання, транспортування і післязбиральну обробку однієї тони матеріалу визначаються за формулою:

$$C_{ui}^o = C_{\partial i}^o + \frac{m_{yi} \Pi_{yi} K_{yi} + m_{Ti} \Pi_{Ti} K_{Ti} + m_{npi} \Pi_{npi} K_{npi} + R_i \Pi_{oi} K_{oi}}{W_{\partial i}^o}, \quad (1)$$

де $C_{\partial i}^o$ – питомі диференціальні витрати, які враховують ефективність живої праці, грн.; m_{yi}, m_{Ti}, m_{npi} – число відповідно збиральних, транспортних і машин первинної переробки матеріалу в системі; $\Pi_{yi}, \Pi_{Ti}, \Pi_{npi}, \Pi_{oi}$ – втрати від простою відповідно збиральних, транспортних засобів, машин первинної переробки матеріалу і слюсарів-ремонтників, руб/ч; $K_{yi}, K_{Ti}, K_{npi}, K_{oi}$ – доля часу простою відповідно збиральних, транспортних засобів, машин первинної переробки матеріалу і слюсарів-ремонтників; $W_{\partial i}^o$ – часова продуктивність системи.

У роботі [7] оптимізується планова сезонна площа збирання (S_c^{opt}).

Оптимізаційна функція має вигляд:

$$\Phi(S_c^{opt}) = (Am \times B_{\kappa} + E_n + E_{zn} + B_y) / S_c \rightarrow \min, \quad (2)$$

де Ai – коефіцієнт амортизаційних відрахувань (на реновацію та ремонт); B_{κ} – балансова вартість комбайна, грн; E_n, E_{zn} – сезонні витрати коштів на паливо-мастильні матеріали та оплату праці комбайнерів, грн; B_y – вартісна оцінка середніх сезонних втрат врожаю зернових через несвоєчасне їх збирання, грн.

Як зазначено у роботі [8] для визначення ефективності виконання робіт кожною із підсистем збирально-транспортного процесу та цілком системи раціонально використовувати наступний критерій:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E}_n^I &= \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i + P \\ \mathcal{E}_n^{II} &= \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_j + \sum_{j=1}^m P_j \end{aligned} \right\} \rightarrow \min, \quad (3)$$

де \mathcal{E}_n^I – приведені витрати на виконання операцій підсистеми «I» – «польового підготовлення матеріалу» з врахування біологічних втрат врожаю; \mathcal{E}_n^{II} – приведені витрати на виконання операцій підсистеми «I» – «транспортування матеріалу» з врахуванням витрат на невиробничі пробіги

збиральних засобів; P, P_j – втрати врожаю та витрати на невиробничі пробіги збиральних засобів у грошовому виразі.

У джерелі [9] запропоновано в якості критерію оптимальності, для розподілу транспортних засобів на полях, обирати величину собівартості одиниці (тони) зібраної сировини, що визначається за формулою:

$$\Delta C = \frac{LKG}{\Delta P} + \frac{Z_y + A_c + Z_m + Z_{np}}{P}, \text{ грн./т}, \quad (4)$$

де L – шлях, який проходить транспортний засіб при перевезенні зерна за цикл «комбайн – тік – комбайн», км; K – вартість 1 кг паливно-змащувальних матеріалів, грн.; G – витрата паливно-змащувальних матеріалів на 100 км шляху, кг; ΔP – зібраної сировини, що транспортний засіб перевозить за цикл, т; P – маса вантажу, що транспортний засіб перевозить за сезон, т; A_c – амортизація транспортного засобу за збиральний період, грн.; Z_m – витрати на технічне обслуговування транспортного засобу за збиральний період, грн.; Z_{np} – інші витрати на транспортний засіб, грн.

Критерій максимізації прибутку подано у [10] в наступному вигляді:

$$S = C_u - M - B_i - R_i - P \rightarrow \max, \quad (5)$$

де C_u – вартість виробленого біогазу і біодобрив, грн.; M – витрати на використання технологічних та транспортних машин, грн.; B_i – умовно-постійні витрати, що відносяться до збирального процесу (паливо, технічне обслуговування тощо.), грн.; R_i – витрати на зрощування органічної сировини, грн.; P – втрати продукції, грн.

Таким чином, найбільш вагомими показниками, що визначають ефективність проведення процесу збору органічної сировини, можна вважати, з одного боку, експлуатаційні витрати на проведення технологічних операцій і витрати на застосування орендованої техніки та втрати органічної сировини внаслідок притоптування її збиральною технікою.

Необхідною складовою розв'язання проблеми підвищення ефективності процесу збору органічної сировини є моделювання процесу збору органічної сировини з метою прогнозування результатів роботи технічних засобів у різних технологічних умовах, та для обґрунтування рішень, що приймаються.

Проектуванню транспортних систем за допомогою ймовірнісних моделей і теорії масового обслуговування присвячені праці. До задач масового обслуговування при збиранні органічної сировини з полів відносяться, наприклад, задачі обслуговування комбайнів і транспортних засобів, машин і вантажно-розвантажувальних механізмів пункту обробки сировини, збиральних агрегатів бригадою технічного обслуговування тощо. У задачах масового обслуговування визначають число обслуговуючих каналів з метою встановлення оптимальної залежності між характером потоку заявок і параметрами каналів обслуговування. За критерій

оптимальності приймають мінімум сумарних втрат від очікування обслуговування в черзі та від простою каналів обслуговування [5].

Внаслідок того, що технологічний процес збору органічної сировини є складною системою з ієрархічною структурою, в якій на показники роботи технічних засобів частково впливає фактор випадковості, то прогноз показників цієї системи шляхом проведення експерименту в різних технологічних умовах зробити неможливо, тому імітаційне моделювання є єдиною альтернативою здобутку інформації про поведінку об'єкту та його характеристик.

Імітаційному моделюванню збирально-транспортних систем присвячено багато праць. У деяких з них пропонується використовувати методи імітаційного моделювання для побудови моделі збирально-транспортного процесу, що дозволяє щодо заданих технічних характеристик оцінити ефективність функціонування тих чи інших машин системи, оптимізувати роботу системи в залежності від умов, а також обґрунтовувати основні технологічні параметри машин. Привілеєм імітаційного моделювання є можливість його використання для організації процесу збору в достатньо великих сільськогосподарських комплексах, де багато типів технічних засобів. У інших за допомогою статистично імітаційного моделювання віртуальних систем «комбайн – сезонна множина полів», визначенні системні функціональні показники об'єктів конфігурації.

Висновок

Отже, найбільш вагомими показниками, що визначають ефективність проведення процесу збору органічної сировини, можна вважати, з одного боку, експлуатаційні витрати на проведення технологічних операцій і витрати на застосування орендованої техніки та втрати органічної сировини внаслідок притоптування її збиральною технікою, а також транспортування її до місць переробки.

Список літератури

1. Черноудов Н.Н., Юрьев Н.М. Планирование и калькулирование себестоимости продукции. / Н.Н. Черноудов, Н.М. Юрьев. – М.: Экономика, 1971. – 183с.
2. Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам / Капланович М.С. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 366 с.
3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / [ред. М.В. Зубець]. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.
4. Компьютеризация сельскохозяйственного производства / [Сергованцев В.Т., Воронин Е.А., Воловник Т.И., Катасонова Н.Л.] – М.: Колос, 2001. – 272с.
5. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / [Адамчук В.В., Баранов Г.Л., Барановський О.С., Бойко А.І., Бурилко А.В. та ін.]. – К.: Аграрна наука, 2004. – 395 с.

6. Блынський Ю.Н., Ладыгин Ю.Ф. Имитационное моделирование уборочно-транспортных процессов: Прил. к журн. "Механизация и электрификация сел. хоз-ва" / Ю.Н. Блынський, Ю.Ф. Ладыгин – М.: Агропромиздат, 1988. – 118 с.

7. Ціп Є. Імітаційна модель роботи зернозбирального комбайна впродовж сезону / Є. Ціп, О. Сидорчук, В. Тимочко // Вісник Львів. ДАУ: Агроінженерні дослідження. – 2001. – №5. – С.17 – 26.

8. Гуськов Ю. А. Совершенствование сборочно-транспортного процесса и технических средств на заготовке грубых кормов: автореф. дисс. на соискание уч. степени докт. техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Ю. А. Гуськов. – Новосибирск, 2007. – 33 с.

9. Шепелев С.Д. Соотношение площадей посева различных по скороспелости сортов яровой пшеницы/ С.Д. Шепелев // Зерновое хозяйство.- 2006. – №8. – С. 6.

10. Измайлов А.Ю. Техническое обеспечение транспортной логистики в технологиях производства сельскохозяйственной продукции: автореф. дисс. на соискание научной степени докт. техн. наук: 05.20.01 – “Технологии и средства механизации сельского хозяйства” / А.Ю. Измайлов. – М., 2007. – 31с.

Описаны основные критерии, влияющие на эффективность технологических процессов сбора и переработки органического сырья. Рассмотрены наиболее распространенные подходы к сбору органического сырья и методы его переработки. Проведен обзор факторов, в значительной степени влияющих на эффективность, сроки, настройку и регулирование уборочных агрегатов.

Интеллектуальная система поддержки принятия решений, критерии эффективности, подходы к сбору органического сырья, поиск органического сырья.

We describe the main criteria that influence the effectiveness of processes for collecting and processing of organic materials. Considered the most common approaches for collecting organic material and methods of its processing. An overview of the factors that significantly affect the effectiveness, timing, setting and adjusting harvesting units.

Intelligent Decision Support System (DSS), criteria of efficiency, approaches to the collection of organic materials, search for organic materials.