УДК [631.147+631.8+631.42+631.81+504.06]

КОЛІЙНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА ЯК ТЕХНОЛОГІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРОВИРОБНИЦТВА

Кувачов В. П., д.т.н.,
Дружич В. М., аспірант,
Шевченко С. О., аспірант,
Зеленов К. О., аспірант
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Постановка проблеми. Сучасні виклики сталому розвитку агровиробництва – це сукупність проблем і тенденцій, які загрожують або ускладнюють досягнення економічної ефективності, екологічної рівноваги та соціальної відповідальності у сільському господарстві. До них можна віднести:

- Економічні виклики – нестабільність ринків і цін на сільськогосподарську продукцію; висока залежність від імпортних ресурсів – добрив, палива, техніки, запчастин; недостатнє фінансування інновацій і низький рівень інвестицій у технічне переоснащення фермерських господарств; конкуренція на світових ринках, яка змушує виробників знижувати собівартість, часто за рахунок сталості.
- Екологічні виклики – деградація ґрунтів через надмірне ущільнення, ерозію, неправильні технології обробітку; зміна клімату, що впливає на урожайність, зсуває агрокліматичні зони, збільшує ризики посух і паводків; забруднення води, повітря і ґрунтів агрохімікатами; втрати біорізноманіття через монокультури і розорювання природних територій.
- Технологічні виклики – необхідність цифровізації агросектору – впровадження точного землеробства, штучного інтелекту, систем моніторингу; складність інтеграції нових технологій у малі та середні господарства через брак коштів або фахівців; потреба в адаптації техніки до умов сталого землеробства – енергоефективність, мінімальне ущільнення, контроль викидів.
- Соціальні виклики – відтік молоді з села, старіння робочої сили; низький рівень освіти й підготовки кадрів у сфері сучасних агротехнологій; потреба у новій культурі ведення господарства, орієнтованій не лише на прибуток, а й на відповідальність перед природою і суспільством.
- Управлінські та політичні виклики –недосконалість державної аграрної політики у частині стимулювання сталих практик; відсутність чітких механізмів підтримки фермерів, які запроваджують екологічно дружні технології; неузгодженість наукових, освітніх і виробничих

програм, що ускладнює реалізацію принципів сталості.

Під впливом вказаних викликів перебуває сучасна землеробська галузь. Зокрема, глобальна деградація земельних ресурсів досягла критичного рівня: 30% світових ґрунтів уже деградовані, 52% орних земель перебувають під загрозою втрати родючості, а до 2050 року прогнозується зниження продуктивності ріллі на 10%. В Україні спостерігаються локальні прояви цих процесів – деградація та виснаження ґрунтів, втрата частини земельного фонду, а близько 5% сільськогосподарських угідь нині заміновано.

Енергетичні виклики визначаються залежністю аграрного виробництва від імпортних енергоресурсів і потенційними порушеннями енергопостачання. Перехід на відновлювані джерела енергії супроводжується технологічними й економічними труднощами, що потребують нових рішень у сфері механізації, логістики та енергоефективності.

Кліматичні зміни проявляються через зростання частоти екстремальних погодних явищ, зміну температурно-вологісного режиму, підвищення рівня морів і трансформацію агрокліматичних зон. Це спричиняє втрати агробіорізноманіття, поширення інвазійних видів, забруднення водних і земельних ресурсів, лісові пожежі та інші екологічні стресори, що знижують стабільність агровиробництва.

Технологічні та ресурсні обмеження традиційних систем механізації посилюють екологічний дисбаланс. Висока енерго- та металоємність машин спричиняє перевитрату ресурсів, підвищене ущільнення ґрунтів, зниження енергетичної ефективності, обмежену автоматизацію процесів і низьку інтегрованість у технології точного землеробства.

Соціально-економічні аспекти також залишаються гострими. Ускладнення кадрового забезпечення агровиробництва пов’язане з низьким престижем праці механізаторів і дефіцитом технічних фахівців. Водночас у світлі відновлення економіки України очікується масштабне інвестування в агропромисловий сектор обсягом до 85 млрд доларів США, що створює унікальне вікно можливостей для переосмислення технічної політики, впровадження сучасних сталих технологій і формування інноваційної моделі агровиробництва.

Таким чином, актуальним завданням є пошук технологічних рішень, що одночасно підвищують ефективність, зменшують техногенне навантаження і забезпечують екологічну стійкість. Одним із таких перспективних напрямів є колійна система землеробства (Controlled Traffic Farming, CTF) – технологія, яка базується на розмежуванні зон руху техніки та вирощування культур, що дозволяє зберігати структуру ґрунту, підвищувати енергоефективність і забезпечувати сталий розвиток агровиробництва.

Основні матеріали. Сучасні концептуальні підходи до мінімізації ризиків у землеробській механіці передбачають комплекс заходів,

спрямованих на оцінку екологічних аспектів машин та поширення сучасної техніки, розробленої відповідно до нових критеріїв екологічності та контролю. Ці пропозиції відображають прагнення запобігти глобальним екологічним катастрофам через перехід від ідеології споживання до ощадно-природного користування природними ресурсами.

Зокрема, наголос робиться на використанні найсучасніших технологій вирощування та переробки сільськогосподарської продукції, які поєднують підвищення ефективності виробництва із збереженням довкілля. Впровадження технологій гарантовано адаптивного управління у системі диференційованого (точного), кліматично-розумного землеробства дозволяє оптимізувати використання ресурсів, мінімізувати негативний вплив на ґрунти та екосистеми й підвищувати стійкість агровиробництва.

На основі аналізу сучасних джерел, зокрема FAO, Global Soil Partnership та Рекомендацій Всесвітньої цільової групи зі стратегії розвитку механізації сільського господарства (Болонський клуб), можна визначити чіткий тренд у сталому розвитку землеробської механіки: інтеграція екологічно безпечних машин і технологій, цифровізації, точного землеробства та кліматично-адаптивного управління, що забезпечує збалансований розвиток агросектору та охорону природних ресурсів.

За нашими прогнозами, колійна система землеробства є ключовою технологією сталого розвитку агровиробництва. Землеробство з використанням постійних технологічних колій – Controlled Traffic Farming (CTF) – передбачає чітке розділення площі поля на зони руху техніки (технологічні зони) та зони вирощування рослин (агротехнічні зони) (рис. 1, 2). Така організація площі поля дозволяє знижувати антропогенне навантаження на ґрунт, оптимізувати технологічні процеси та забезпечувати раціональне використання ресурсів.

Рис. 1. Колійна система землеробства з використанням традиційних машинно-тракторних агрегатів

Рис. 2. Колійна система землеробства з використанням ширококолійних (мостових) тракторів

CTF є не просто системою руху техніки, а цілісною технологічною концепцією, яка поєднує технічні, організаційні та екологічні рішення.

Вона визначається як ключовий напрям сталого розвитку агровиробництва, оскільки охоплює енергоефективність, збереження структури та родючості ґрунтів, зниження витрат на виробництво, мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Таким чином, колійна система землеробства є стратегічним напрямом сучасної науки та практики, що інтегрує технологічні інновації з принципами сталого та екологічно безпечного агровиробництва.

Подальші дослідження у сфері Controlled Traffic Farming (CTF) спрямовані на комплексне вивчення та вдосконалення технології з урахуванням українських умов та міжнародних стандартів сталого розвитку. Основні напрями включають [1-18]:

1. Адаптацію технології CTF до умов України – врахування кліматичних, ґрунтових та агрономічних особливостей українських агропідприємств.
2. Технічне забезпечення CTF – розробка та вдосконалення машин, обладнання та технічних рішень для ефективної реалізації технології.
3. Дослідження впливу CTF на фізичні властивості ґрунтів – оцінка змін щільності, структури та родючості ґрунтів під впливом постійних технологічних колій.
4. Цифровізація та інтеграція з технологіями точного землеробства – впровадження сенсорів, GPS, дронів та систем адаптивного управління для підвищення точності й ефективності.
5. Економічна ефективність CTF та ресурсоощадження – аналіз витрат, енергозбереження та оптимізація використання ресурсів.
6. Освітні та управлінські аспекти впровадження CTF – підготовка фахівців, навчальні програми та управлінські моделі для успішної інтеграції технології.
7. Оцінка внеску CTF у досягнення цілей сталого розвитку ООН – вимірювання екологічного, соціального та економічного ефекту від впровадження технології на національному та глобальному рівнях.

Ці напрями визначають комплексну наукову та практичну програму для впровадження CTF як технології сталого розвитку агровиробництва, що поєднує інновації, ефективність та екологічну безпеку.

Висновки. Сталий розвиток землеробської механіки визначається інтеграцією екологічно безпечних технологій, адаптивного управління та точного землеробства, що дозволяє одночасно підвищувати продуктивність і зберігати природні ресурси.

Колійна система землеробства (CTF) є ключовою технологією сталого розвитку агровиробництва, оскільки забезпечує чітке розділення зон руху техніки та зон вирощування рослин, знижує антропогенне навантаження на ґрунт, оптимізує технологічні процеси та раціонально використовує ресурси.

CTF являє собою цілісну технологічну концепцію, що поєднує технічні, організаційні та екологічні рішення, забезпечує енергоефективність, збереження структури та родючості ґрунтів, зниження виробничих витрат і мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Актуальні напрями досліджень CTF включають адаптацію технології до умов України, технічне забезпечення, цифровізацію та інтеграцію з точним землеробством, оцінку впливу на фізичні властивості ґрунтів, економічну ефективність та ресурсоощадження, освітні та управлінські аспекти, а також внесок у досягнення цілей сталого розвитку ООН.

Аналіз сучасних джерел (FAO, Global Soil Partnership, Рекомендації Всесвітньої цільової групи зі стратегії розвитку механізації сільського господарства) свідчить про чіткий тренд інтеграції технологічних інновацій, екологічної безпеки та цифровізації у розвитку землеробської механіки, що формує основу для сталого, ефективного та екологічно відповідального агровиробництва.

Список використаних джерел

1. Bulgakov V., Olt J., Pascuzzi S., Kuvachov V. та ін. Study of the controlled motion process of an agricultural wide span vehicle fitted with an automatic driving device. *Agronomy Research.* 2023. Vol. 20(3). P. 502–518.

2. Beloev H., Bulgakov V., Adamchuk V., Kuvachov V. та ін. Research and justification of running wheels tire parameters of bridge-type transport energy vehicle. *AIP Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2570. e040009.

3. Bulgakov V., Nikolaenko S., Pascuzzi S., Kuvachov V. та ін. Theoretical Studies of the Relationship Between the Parameters of the Bridge Tractor and the Engineering Area of the Field. *Lecture Notes in Civil Engineeringthis link is disabled.* 2023. Vol. 289. P. 49–59.

4. Bulgakov V., Olt J., Pascuzzi S., Kuvachov V. та ін. Theoretical research of gantry tractor turning. *Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium*. Vienna, Austria. 2022. P. 0380–0389.

8. Булгаков В. М., Адамчук В. В., Солона О. В., Кувачов В. П. Оцінювання енергонасиченості ширококолійних (портальних) транспортних засобів сільськогосподарського призначення. *Вібрації в техніці та технологіях.* 2021. № 4 (103). С.15–25.

10. Adamchuk V., Bulgakov V., Ivanovs S., Kuvachov V., Kaminskii V., Chernysh O. Study of passive steering of wide span vehicles with power-driven steering method. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. 588–595. https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF121

12. Bulgakov V., Ivanovs S., Kuvachov V., Adamchuk V., Kaminskiy V. Study of the turning process of the bridge type machines. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 70(2). P. 232–239. https://doi.org/10.35633/inmateh-70-23

14. Kuvachov V., Ihnatiev Y., Mitkov V., Boltianskyi B., Sharova T. Research on the properties of Wide Span Vehicle in Controlled Traffic Farming. *E3S Web of Conferences*. 2024. Vol. 508. e08005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808005

16. Bulgakov V., Aboltins A., Adamchuk V., Kuvachov V. та ін. Investigation of wide span vehicle technological part suspension system compacting impact on soil. *Engineering for Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 513–521. https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF098

17. Bulgakov V., Aboltins A., Adamchuk V., Kuvachov V. [et aal.]. Investigation of wide span vehicle technological part movement stability. *Engineering for Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 522–530. https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF099

18. Olt J., Bulgakov V., Adamchuk V., Kuvachov V. [et al.]. Theoretical study of the movement of the wide span machine in quasi-static turning mode. *Agronomy Research*. 2024. Vol. 22(1). P. 217–226. https://doi.org/10.15159/AR.24.042

УДК 663.8:664.8.037

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ СТВОРЕННЯ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ЯГІД І ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Зубкова К. В., к.т.н., доц.
Стоянова О. В., к.т.н., доц.
Победря К. С., здобувач ОКР «Магістр»
Стельмашенко І. В., здобувач ОКР «Бакалавр»
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький, Україна

Постановка проблеми. Підвищення якості життя та зростання частки населення старшого віку актуалізує потребу у продуктах, здатних підтримувати обмінні, когнітивні та судинні функції організму. Водночас сучасні тенденції харчової промисловості орієнтовані на натуральність, м’яку обробку та мінімізацію добавок синтетичного походження. У цьому контексті перспективним напрямом є створення напоїв геродієтичного спрямування на основі рослинної сировини, багатої на антиоксиданти природного походження.

Основні матеріали дослідження. Згідно розглянутих досліджень, антоціани чорниці проявляють антиоксидантну та нейропротекторну дію, впливають на поліпшення мікроциркуляції та пам’яті [1–3]. Екстракти м’яти перцевої (Mentha piperita L.) характеризуються