

Механізація

УДК 631.147:620.95

О. В. Скидан

д. е. н.

С. М. Кухарець

д. т. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

Г. А. Голуб

д. т. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Я. Д. Ярош

к. т. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОГО ІНСТИТУТУ ІНЖЕНЕРІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Показано перспективи розвитку напрямку інженерії агроєкосистем і завдання науково-інноваційного інституту інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності в галузі екологічно безпечного аграрного виробництва та означено інженерні проблеми виробництва і використання біопалива.

Для підвищення рівня наукової роботи на факультеті інженерії та енергетики, виконання грантових наукових досліджень планується створення лабораторії газогенераторів, лабораторії енергозбереження та енергоменеджменту і лабораторії біопалив. Ці лабораторії будуть основою науково-інноваційного інституту.

Ключові слова: інженерія, агроєкосистема, біопаливо, аграрне виробництво, навчальний процес.

Постановка проблеми

Наразі перед людством постало декілька невідкладних проблем. Серед них глобальні – продовольча, енергетична та екологічна, розв'язання яких вимагає максимально ефективного балансування харчових, сировинних та енергетичних потреб з можливостями агроєкосистем. Комплексне вирішення цих проблем спрямоване на подолання протиріччя, суть якого в тому, що збільшення виробництва продуктів харчування або виробництва та споживання енергії призводить до порушення екологічної рівноваги і погіршення стану навколишнього природного середовища.

Останнім часом підвищення врожайності сільськогосподарських культур забезпечується використанням нових сортів, завдяки широкому застосуванню мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів, стимуляторів росту, збільшенню

інтенсивності обробітку ґрунту. Це призводить до падіння родючості ґрунтів та вимагає періодичного перегляду і збільшення значень нормативних показників, які характеризують безпечність продуктів харчування.

Як показує досвід, натуральну високоякісну продукцію можна отримувати без використання синтетичних речовин при одночасному збереженні родючості ґрунтів, однак у цьому випадку резерви збільшення виробництва обмежені, що вступає у протиріччя з потребами у сільськогосподарській продукції. Тому проблема виробництва якісних та безпечних для людини продуктів харчування в кількості, достатній для забезпечення потреб населення з одночасним відтворенням родючості ґрунтів, є актуальною для агропромислового виробництва.

Залучення в енергетичний баланс біологічних видів палива, як поновлюваних ресурсів акумульованої сонячної енергії, є одним із актуальних завдань сьогодення. Однак збільшення використання біологічних енергоресурсів доволі складний процес, що потребує додаткових витрат для надання їм необхідних споживчих якостей. Споживачі палива технологічно та технічно традиційно налаштовані на використання концентрованих непоновлюваних джерел енергії. Для переходу до використання поновлюваних біологічних енергоресурсів необхідні значні капітальні витрати, однак щорічний дефіцит палива для виконання основних польових робіт та необхідність збереження природного середовища потребують зосередження зусиль на розробці методів та технічних засобів для забезпечення енергоавтономності сільськогосподарського виробництва [1, 2].

Необхідно також враховувати, що використання технологічних процесів з високим рівнем механізації не завжди призводить до підвищення економічних показників виробництва через збільшення відрахувань на технічне обслуговування, ремонт технічних засобів у собівартості продукції, а також відрахувань на амортизацію, які не компенсуються додатковими прибутками виробництва.

Без вирішення ряду наукових проблем, особливо тих, що стосуються недостатності існуючих закономірностей для визначення конструкційно-технологічних параметрів машин та обладнання, які б дали змогу підвищити ефективність виробництва шляхом удосконалення й оновлення екологічно безпечних технологічних процесів, засобів механізації та обладнання для виробництва сільськогосподарської продукції та біопалива, неможливо досягти подальшого ефективного розвитку суспільства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Загальновідомо, що технічне забезпечення сільськогосподарського виробництва, з урахуванням сучасних тенденцій зростання цін на паливно-

мастильні матеріали, займає у матеріальних витратах на виробництво агропромислової продукції близько третини від загальних витрат.

Що стосується ґрунтообробної техніки, сівалок, машин для внесення добрив та захисту рослин, а також обладнання для тваринництва, то це питання практично вирішене, в т. ч. й за рахунок вітчизняної техніки.

Техніка стала більш складною (роботизація технологічних операцій, GPS контроль і управління агрегатами, впровадження механотронних систем). Зросла також номенклатура машин завдяки впровадженню нових технологій. Одночасно відбувається фізичне і моральне старіння машино-тракторного парку, що призводить до втрат близько 20 % врожаю через несвоєчасне збирання (кожен 5-й рік втрачається весь урожай!).

Серйозний вплив на сільськогосподарське виробництво мають наслідки подорожчання моторних палив (збільшення ціни дизельного палива на 1 грн/кг призводить до додаткових витрат в аграрному виробництві розміром до 2,0 млрд грн). Це потребує приділити увагу розробці енергозберігаючих технологій та відповідної техніки, використанню поновлюваного моторного палива, впровадженню переробки сировини на місцевому рівні, оптимізації інфраструктури і транспортних послуг. Такі інноваційні зміни забезпечать додаткову прибутковість сільськогосподарського виробництва [3, 4].

Важливим в аграрному виробництві є біоенергоконверсія органічної сировини [5]. Для цього в штучних умовах доцільно створювати в сільськогосподарських підприємствах майданчики для виробництва компосту на основі соломи. Під час компостування органічної сировини в оптимальних, штучно створених умовах солома, гній та послід набувають форм, необхідних для подальшого перетворення ґрунтовими мікроорганізмами. Завдяки проходженню біохімічних реакцій та нагріву до температури 50–70⁰С відбувається знезараження патогенної мікрофлори, а також інактивація насіння бур'янів. Частина виробленого в господарстві компосту може бути використана для подальшої обробки в закритих ферментаційних камерах з отриманням субстрату для вирощування їстівних грибів. При цьому забезпечується максимальний розклад органічної сировини в штучних умовах у короткі строки з одержанням стабільного продукту первинного гумусу. Відпрацьований субстрат після вирощування грибів – це високоякісне органічне добриво, яке може бути використане у технологіях вермикомпостування або внесене на поля. Для реалізації таких схем біоенергоконверсії розроблено технологічні процеси виробництва компосту та субстрату на основі соломи та пташиного посліду, а також вирощування грибів з використанням пристосованих приміщень [6, 7, 8].

Водночас питання врахування впливу біоенергоконверсії органічної сировини агроєкосистем на можливості забезпечення енергетичної автономності виробництва зі збереженням родючості ґрунтів та підвищенням ефективності виробництва продукції залишається відкритим.

Мета, завдання та методика дослідження

Необхідно визначити перспективи розвитку і завдання науково-інноваційного інституту інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності в галузі розвитку екологічно безпечного виробництва якісних продуктів харчування та означити інженерні проблеми виробництва і використання біопалива в аграрному виробництві.

Результати досліджень

Ринок сільськогосподарської техніки в Україні вимірюється сумою від 1 до 1,5 млрд грн/рік у цих обсягах вітчизняна техніка займає 30–40 %. При цьому українські підприємства, на жаль, майже не виробляють тракторів і комбайнів. З іншого боку, на наш ринок заходить значна кількість імпоротної техніки від більш ніж 20 відомих компаній світу. У цих умовах підготовка сучасних інженерів потребує істотних змін і наповнення в, першу чергу, іншою матеріальною базою практик і теоретичної підготовки. В сучасних реаліях змінюються вимоги до структури інженерних кадрів, у зв'язку з чим ЖНАЕУ намагається підготувати спеціалістів, які конче необхідні для забезпечення виробництва і інфраструктури села. Одним із важливих напрямків є створення спеціальностей необхідних сучасному виробництву, наприклад: інженерія агроєкосистем, галузеве машинобудування, транспортні технології, відновлювана енергетика, біоенергетичні системи в аграрному виробництві.

Агропромислове виробництво поступово стає виробником енергії із біомаси [9]. Про це свідчать розроблені стандарти на біогаз [10], дизельне біопаливо [11], гранули та брикети [12], а також ряд стандартів, які їх конкретизують. Однак цього замало, цифра по кількості таких стандартів в ЄС на порядок вища. Тому, необхідне створення системи якості і стандартизації біопалива та технологій їх отримання, зберігання й застосування в аграрному виробництві.

Із урахуванням загальновідомих закономірностей та результатів досліджень нами розроблено структурну схему та імітаційну модель диверсифікованого виробництва продукції з біоенергоконверсією органічної сировини для 6-пільної сівозміни (рис. 1). Структурна схема диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та енергії передбачає: вирощування польових культур сівозміни з виробництвом зерна та цукрових буряків; збирання соломи зернових культур та стебел ріпаку; залишення подрібнених стебел кукурудзи на полі у вигляді мульчі; виробництво кормів для тваринництва і птахівництва; виробництво продуктів тваринництва і птахівництва; метанове (анаеробне) збродження гною та посліду з виробництвом тепла та електроенергії з біогазу; підготовку і використання соломи зернових культур та стебел ріпаку на теплові потреби у вигляді брикетів, рулонів або січки; використання соломи зернових культур, стебел ріпаку та зброженого посліду для виробництва компосту; одержання субстрату із компосту для вирощування грибів та їх виробництво;

виробництва компостів можна застосувати кузовні розкидачі органічних добрив після дообладнання модулями для формування буртів та розпушування компосту. Це може поліпшити ситуацію щодо виробництва та використання компостів. Важливим є й той фактор, що виробництво компосту забезпечує ефективне використання не тільки соломи, але й робить можливим утилізацію збродженого гною та посліду. Встановлено, що найбільший економічний ефект можливо отримати в збалансованій агроєкосистемі, що поєднує рослинництво, тваринництво і виробництво біопалив, забезпечивши при цьому бездефіцитний баланс гумусу. При урожайності озимої пшениці 30 ц/га прибуток для збалансованої агроєкосистеми із виробництвом біопалива становитиме 2994 грн/га, що вище на 51,6% ніж для агроєкосистеми без виробництва біопалива. Крім того, до 35% всіх фінансових надходжень в сільськогосподарському виробництві можливо забезпечити за рахунок виробництва і використання біопалив [5].

Спалювання соломи забезпечує одержання близько 2634 ГДж енергії, яка може бути використана для обігріву виробничих та адміністративних приміщень, а також сушіння зерна. За нашими оцінками, при річному об'ємі спалювання соломи в 30 млн т загальна кількість вивільненого природного газу становитиме 10,9 млрд м³. У даних умовах додаткові капіталовкладення на підготовку та спалювання соломи становитимуть 14,6 млрд грн, а термін їх окупності становитиме від 1,2 до 1,3 років.

Анаеробне збродження субстрату упродовж 10 діб потребує облаштування метантенка об'ємом 101 м³, який забезпечить річне виробництво біогазу кількістю 53 тис. м³, а використання когенераційної установки, що працює на біогазі, дасть змогу отримати 64717 кВт год електроенергії і 296 ГДж теплоенергії [13]. Одержана електроенергія може бути використана для роботи біогазової установки та інших потреб. Теплова енергія у вигляді нагрітої води може бути використана для опалення та гарячого водопостачання. Використання біогазових установок у сільськогосподарському виробництві обумовлено трьома основними факторами. Це виробництво поновлюваної енергії, екологічно чистих органічних добрив та покращення санітарно-епідеміологічного стану довкілля. Застосування біогазових установок є привабливим через широкий вибір сировини, яка може застосовуватися для їх роботи.

У світовій практиці створення біогазових установок існують два основних варіанти технологічних процесів і конструктивних рішень біогазових установок – екстенсивний, коли біомасу зброджують у мезофільному режимі з використанням вертикальних реакторів робочим об'ємом 1000 м³ і більше та інтенсивний, коли біомасу зброджують у термофільному режимі з використанням модульних реакторів робочим об'ємом до 200 м³.

У першому варіанті вартість анаеробного реактора є відносно невеликою при спрощеній схемі технологічного процесу. У той же час, відсутні можливість забезпечити необхідну експозицію по всьому об'єму субстрату та засоби усунення баластування реакторів органічною та мінеральною складовими

субстрату, а виведення біореакторів на робочі технологічні параметри при їх розгоні є досить складним.

У другому варіанті, незважаючи на ускладнення технологічного процесу та обладнання, експозиція процесу метаногенезу і знезараження біомаси в 2–3 рази менша, ніж при екстенсивному методі зброджування, відсутнє баластування біореакторів органічною та мінеральною складовими субстрату, забезпечується необхідна експозиція по всьому об'єму субстрату в реакторі, спрощується застосування інокуляції органічної маси. Крім того, при аварійних ситуаціях кількість токсичної та інфекційно небезпечної біомаси на об'єкті піддається контролю.

Враховуючи той факт, що в Україні існують значні виробничі потужності металургійних і машинобудівних підприємств, доцільно розвивати напрямок інтенсивного виробництва біогазу, коли біомасу зброджують у термофільному режимі з використанням металомісткого обладнання модульних реакторів. Це покращує контрольованість ведення технологічного процесу та економічні показники біогазових установок на противагу будівництву реакторів великих об'ємів з екстенсивним методом зброджування, який набув значного поширення в країнах Європейського Союзу [14].

Наявного гною та посліду у даний час достатньо для забезпечення потреб сільськогосподарського виробництва в горючому газі. Нами розроблено модульну біогазову установку [15], зацікавленість у виготовленні якої проявляє ряд великих машинобудівних заводів України.

Споживання рідкого палива сільськогосподарським виробництвом становить від 60 до 110 л/га, в т. ч. від 20 до 30 л/га бензину. Відведення одного з полів сівозміни під вирощування ріпаку дасть змогу виробити від 100 до 110 л дизельного біопалива в розрахунку на 1 га, а оскільки ріпак є прекрасним медоносом – ще й отримати мед. Залежно від ситуації на ринку ріпакового насіння та дизельного палива аграрне підприємство може прийняти рішення як про реалізацію насіння ріпаку і закупку дизельного пального, так і про виробництво дизельного біопалива або ж прийняти інше компромісне рішення. Під час отримання дизельного біопалива утворюється гліцериновий осад, який доцільно використовувати як рідке паливо в теплових процесах або піддавати анаеробному зброджуванню.

Широка мережа спиртових заводів дає можливість забезпечувати виробництво біоетанолу в достатніх обсягах для роботи автомобільного транспорту в сільському господарстві. Потреба в зерні для виробництва біоетанолу не перевищує 10% загального обсягу реалізованого, або 4% обсягу виробленого зерна.

У період з 2010 року науковцями факультету інженерії та енергетики ЖНАЕУ у співпраці із науковцями НУБіП України розроблено та запатентовано установку для виробництва дизельного біопалива в умовах фермерського або приватного господарства (рис. 2, а) та двозонний твердопаливний котел із верхнім горінням (рис. 2, б), конструкцію анаеробного обертового реактора для

зброджування гною, птишиного посліду та рослинного субстрату (рис. 3), конструкцію ґрунтообробного знаряддя для смугового обробітку ґрунту (рис. 4), малогабаритний газогенератор для живлення електростанції (рис. 5).

На факультеті проводиться підготовка кандидатів і докторів технічних наук із спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування».

За останні роки науковцями факультету отримано понад 40 патентів України на винаходи, опубліковано більше 500 друкованих праць та фахових статей, впроваджено у виробництво ряд наукових розробок.

Для підвищення ефективності підготовки фахівців та широкого залучення студентської молоді до проведення наукових досліджень діє студентське конструкторське бюро.



а)



б)

Рис. 2. Установа для виробництва дизельного біопалива в умовах фермерського або приватного господарства (а), твердопаливний котел із верхнім горінням палива (б)

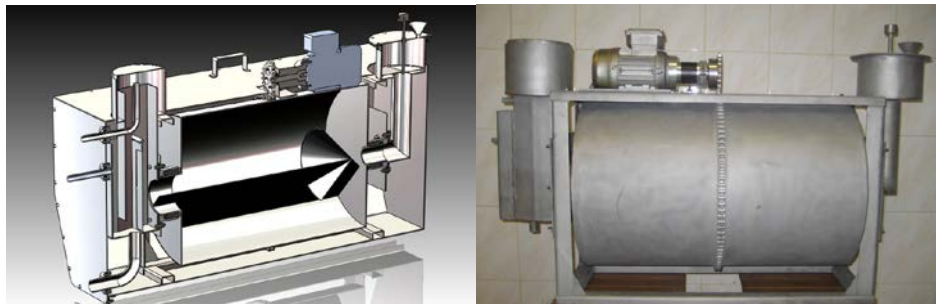


Рис. 3. Обертовий біогазовий реактор



Рис. 4. Секція ґрунтообробного знаряддя для смугової обробки ґрунту



Рис. 5. Газогенератор конструкції ЖНАЕУ

Для підвищення рівня наукової роботи на факультеті інженерії та енергетики та виконання грантових наукових досліджень [16, 17] на базі науково-інноваційного інституту механізації агропромислового виробництва та енергоефективності планується створення:

- лабораторії газогенераторів (на базі кафедри механіки та інженерії агроєкосистем),
- лабораторії енергозбереження та енергоменеджменту (разом із науковцями кафедри вищої та прикладної математики, кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології);
- лабораторії біопалива (разом із науковцями кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем і кафедри процесів, машин та обладнання в агроінженерії)

Ці лабораторії стануть основою науково-інноваційного інституту.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Основні напрямки наукових досліджень науково-інноваційного інституту інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності:

- формування наукових основ переходу від інтенсивного (часто олігархічного) землеробства заснованого на використанні пестицидів до органічного виробництва екологічно безпечної продукції на основі використання точних машин;
- розробка методів збереження родючості ґрунтів та технічне забезпечення виробництва і внесення органічних добрив;
- дослідження агрофізичних та мікробіологічних властивостей ґрунтів, як наукової основи для формування впливу робочих органів на ґрунт;
- зменшення негативного впливу польових машин на родючий шар ґрунту;
- оснащення аграрного виробництва сучасними біогазовими установками та майданчиками для механізованого компостування гною та посліду, очистка стічних вод переробних підприємств за допомогою біогазових установок;
- розвиток переробної галузі в умовах сільськогосподарського виробництва із додержання стандартів якості продукції;
- підвищення рівня енергетичної автономності агроєкосистем.

Основні завдання в галузі технічного забезпечення аграрного виробництва та природоохоронної сфери полягають у тому, щоб в наукових розробках забезпечити створення нових, модернізацію та вдосконалення існуючих технічних засобів і технологічних процесів, які забезпечують підвищення ефективності використання технічних та біоенергетичних систем природокористування; створити комплексні систем природокористування, які забезпечують екологічно безпечне органічне виробництво продукції та підвищують рівень власної енергетичної автономності; підвищити надійність

використання технічних та біоенергетичних систем природокористування. У навчальному процесі провести оптимізацію структури інженерної освіти шляхом розширення кількості напрямів підготовки, спеціальностей та спеціалізацій, оновити матеріально-технічну базу інженерної підготовки та реалізувати пілотні проекти в ЖНАЕУ.

Література

1. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–385.
2. Голуб Г. А. Проблеми техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем / Г. А. Голуб // Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер. Технічні науки. – 2011. – Вип. 7. – С. 59–66.
3. Новітні технології біоенергоконверсії : монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк [та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.
4. Голуб Г. А. Інвестиційна привабливість виробництва і використання дизельного біопалива / Г. А. Голуб, С. В. Лук'янець // Економіка АПК. – 2013. – № 2. – С. 54–60.
5. Голуб Г. А. Ефективність функціонування багатoproфільного сільськогосподарського підприємства / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 212, ч. 2. – С. 35–44.
6. Голуб Г. А. Технологічний процес виробництва компостів на основі пташиного посліду та соломи / Г. А. Голуб. – К. : Наук. світ, 2003. – 23 с.
7. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко технологічні основи : монографія / Г. А. Голуб. – К. : УААН Нац. наук. центр „ІМЕСГ, 2007. – 332 с.
8. Голуб Г. А. Технологічний процес виробництва печериць з використанням пристосованих приміщень / Г. А. Голуб. – К. : Наук. світ, 2007. – 23 с.
9. Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва / Г. Голуб, С. Кухарець, В. Шубенко, Н. Бовсунівська // Техніка і технології АПК. – 2015. – № 2 (65). – С. 31–34.
10. СОУ 40.21-37-560:2007. Біогази для промислового і побутового використання. Вимоги та методи оцінювання. – К. : Держспоживстандарт України, 2007.
11. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги : ДСТУ 6081:2009. – К. : Держспоживстандарт України, 2009.
12. Біопаливо тверде. Метод визначення механічної міцності паливних гранул та брикетів. Ч. 1. Гранули : ДСТУ-П CEN/TS 15210-1:2009. – К. : Держспоживстандарт України, 2009.

13. Кухарець С. М. Сировинна база та ефективність виробництва біогазу / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 11–20.

14. Кухарець С. М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи : монографія / С. М. Кухарець. – Житомир : ЖНАЕУ, 2016. – 192 с.

15. Голуб Г. Особливості конструкції модульної біогазової установки з обертовим реактором / Г. Голуб, С. Кухарець, Б. Рубан // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 9 (60). – С. 10–14.

16. Скидан О. В. Комерціалізація інтелектуальних продуктів та послуг в аграрних ВНЗ України / О. В. Скидан, І. Л. Литвинчук // Інтелектуальна економіка: глобальні тенденції та національні перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю, 15 трав. 2015 р. – Житомир : ЖНАЕУ, 2015. – С. 132–139.

17. Реформа системи науково-освітнього забезпечення аграрного сектору України (за матеріалами соціологічного дослідження) / О. В. Скидан, І. Л. Литвинчук, К. А. Самойленко, С. В. Дубінченко // Проблеми економіки. – 2015. – № 1. – С. 139–148.
