

## БІОГЕННЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В АСПЕКТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

**М. М. Тимофєєв**, кандидат біологічних наук

Донецький Інститут агропромислового виробництва НААН України

*Майбутній прогрес в формуванні сталих агроєкосистем біогенного землеробства пов'язаний з використанням масивів високопродуктивних чагарників, які продукують відновлювану енергію та полісахариди для різних біотехнологій безперервної дії. Такі чагарники можуть слугувати ресурсною, економічною та організаційно-технологічною основою функціонування електромобільної техніки в галузі землеробства.*

**Ключові слова:** агроєкосистеми, ерозія, біогенне землеробство, зернобобові культури, чагарники.

Аналіз моделей збалансованих агроєкосистем, створених в Україні та Російській федерації, показує, що більшість авторів зосереджують увагу на оптимізації співвідношення між орними землями та сіножатями, пасовищами, залісненими територіями та водоймами. У Луганській та Донецькій областях, які посідають перше та друге місце за інтенсивністю розвитку ерозійних процесів, передбачається скорочення площ орних земель до 50% в структурі сільськогосподарських угідь [1, 2] за рахунок значно деградованих ерозією, заболочених та засолених, з низьким вмістом гумусу, схилом понад 3° та інших, які забезпечують низькі показники продуктивності. В умовах постійного подорожчання матеріально-технічних і енергетичних ресурсів цей напрям є чинником підвищення рентабельності господарств. На землях з високою родючістю ґрунтів окупність урожаєм одиниці затраченої енергії в 1,5–2,0 і навіть у 3 рази вища, ніж на сильно деградованих. Розширення площ під пасовищами та сіножатями дасть можливість значно скоротити енергетичні витрати та обсяги використання концентрованих кормів [3] на одержання одиниці продукції тваринництва.

Квінтесенцією всіх систем землеробства, які впродовж тривалого часу існували, були природні органогенні ресурси з певною специфікою. Фундаментом моделі біогенного землеробства в аспекті сталості агроєкосистем є відновлювані природним шляхом органогенні ресурси антропогенного походження. Узагальнення історичного та світового досвіду (зокрема, історично-наукового, проблемно-хронологічного ретроспективного, описового), прогнозування (на основі методів аналізу і синтезу), створення принципів побудови відповідних біологічних, ландшафтних та технологічних конструкцій (міждисциплінарний структурно-системний підхід) є основою для досягнення максимального накопичення сонячної енергії культурним фітоценозом, вирішення енергетичних, екологічних та технологічних проблем за рахунок біологічних об'єктів та біосистем як засобів виробництва.

Наведені в статті дані отримані в польовому стаціонарі (валові форми азоту, фосфору, калію та гумусу, врожаю, виходу кормових одиниць та протеїну з 1 га посівів) за загальноприйнятими методиками. Використані також дані обласного статуправління Донецької області.

Мета досліджень полягає в узагальненні перспектив розвитку біогенного землеробства.

Відомо, що значна частка енерговитрат припадає на виробництво мінеральних та внесення органічних добрив. На всю площу посіву сільськогосподарських культур (1441 тис. га) в Донецькій області внесено мінеральних добрив: у 1990 р. – 1447 ц речовин, у 2008 р. – 386,3 ц (26,1 %). Органічних добрив внесено в 1990 р. 10496,5 тис. т, а в 2008 р. 482,9 тис. т (4,6 %), удобрена площа зменшилась з 229 до 10,1 тис. га (4,4 %).

Найменше мінеральних речовин вносили в 2000 р. (11,5 % від валового показника 1990 р.). Але подорожчання газу знову призведе до зменшення кількості внесених добрив, адже на частку азотних туків припадає 70 %, виробництво яких надто енергоємне. Від'ємний баланс поживних речовин протягом 18 років коливався в межах 110-160 кг д. р. на 1 га [4]. Також на орних землях області постійно знижується кількість гумусу – основного енергетичного показника родючості.

В дослідях Донецького Інституту АПВ на ділянках стаціонару без внесення добрив з 1964 р. (контроль) відмічено зменшення вмісту гумусу, валових форм азоту, фосфору, калію порівняно з ділянками, де органічні і мінеральні добрива вносились до 2000 р. включно. Так, на фоні з внесенням органічних і мінеральних добрив під запланований врожай вміст гумусу в шарі ґрунту 0-20 см в 1986 р. становив 56 г/кг, а в 2005 р. – 50,2 г/кг (-10,4%), на контрольних ділянках відповідно – 52,3 г/кг (-6,7%) та 46,7 г/кг (-18,6%). Вміст валового азоту зменшився з 2,9 г/кг в 1986 р. до 2,7 г/кг (-6,9%) в 2005 р., в контролі – з 2,58 г/кг (-11%) до 2,4 г/кг (-17,2%); фосфору відповідно – з 1,92 г/кг до 1,74 г/кг (-9,4%) та з 1,69 г/кг (-1,2%) до 1,64 г/кг (14,6%); калію відповідно з 12,8 г/кг до 12,73 г/кг (-0,5%), та з 13,13 г/кг до 12,1 г/кг (-5,5%) ґрунту.

Кількість кормових одиниць (к. од.) з 1 га сівозмінної площі в середньому за 1981-1990 рр. досягала 4,45 т/га на фоні внесення добрив під запланований урожай, а без добрив була на 31,9% менше. В 2006 р. за рахунок післядії добрив ( $N_{30}$  кг д.р./га вносили в підкормку тільки під колосів) вихід продукції дорівнював 3,84 т/га к. од. (-13,7%), а на фоні без внесення добрив з 1964 р. – 1,87 т/га к. од. (-58%). Тривале виключення надходження органічних та мінеральних добрив більше позначається на біологічних показниках родючості ґрунту, ніж на хімічних.

Масштабне відтворення природної родючості ґрунту – енергоємний процес. При перспективі вичерпності розвіданих запасів газу і нафти в світі, у найближчі 30–50 років [5] актуальним є пошук інших шляхів розвитку агросфери в енергетичному і технічному аспекті.

Ці параметри потрібно обов'язково вводити в моделі біогенного землеробства. В Україні найбільший викопний ресурс енергії – це вугілля, якого вистачить на 400 років. Власні природні запаси газу та нафти забезпечують потребу України тільки на 15–18 %. До 2030 р. планується збудувати 22 нових ядерних реактори на основі урану<sup>235</sup>, які поряд з гідроелектростанціями, постачатимуть найбільш дешеву електроенергію. Щодо більш віддаленої перспективи – застосування технологій на основі переробки урану<sup>238</sup>, запасів якого вистачить на декілька тисячоліть [6]. Сучасні енергетичні системи України мають надлишки електричної енергії і найбільш дешева вона в нічний час. Тому необхідність розроблення технологій з використанням функціональної мобільної сільськогосподарської техніки, джерелом якої є електроенергія – особливо актуальний напрямок.

Випробування різних конструкцій із застосуванням електричного струму в землеробстві проводилось епізодично протягом всього двадцятого століття. Перша технічна конструкція складалась з двостороннього плуга, який тягнули на тросах дві лебідки. Останні стояли на протилежних краях поля та пересувалися вручну. Троси були небезпечні та й плуг не забезпечував стабільної глибини оранки, часто вислизав з борозни.

Інша технічна конструкція випробувана після Другої світової війни. Її основою був трактор, в якому замість двигуна внутрішнього згоряння встановлювали електродвигун, а зверху кабіни – котушку для змотування та розмотування електрокабеля залежно від напрямку пересування системи. Головним недоліком технічної системи був електрокабель, який швидко зношувався.

Обговорювались можливості „мостового” землеробства. Основою даної технічної системи був мостовий кран, який пересувався над полоскою землі. Опорні колеса рухались по твердій основі. Земля в даному випадку не ущільнювалась, тому що всі знаряддя праці подавались зверху. Велика металоємність була найбільш негативним параметром такої технічної системи.

В США розробили технічну систему, згідно з якою мідний дріт заглиблювали в ґрунт і енергія передавалась на приймач трактора. Але й тут було багато як позитивного, так і негативного в технічному і технологічному аспекті.

Розвиток мобільної техніки пішов по шляху універсальності, тобто трактор з причіпними та навісними технічними конструкціями міг виконувати багато різних робіт в полі, саду, на городі, фермі та пересуватися на значні відстані.

Випробувані електромобільні технічні системи використовувались незначний проміжок часу. Сучасний трактор може виконувати роботи до 200–230 днів, або 2100–2400 годин

протягом року. Існують технічні системи й з обмеженим терміном використання впродовж року: зернозбиральні комбайни – 420 годин, розкидачі органічних добрив – 525, розкидачі мінеральних добрив – 420 годин на рік [7]. З економічної точки зору електромобільна техніка стане реальністю тоді, коли її річне навантаження перевищить можливості техніки на базі двигуна внутрішнього згорання. Нині важко прогнозувати, якою повинна бути електромобільна техніка і які її функції.

Специфічний і одночасно типовий для всіх моделей біогенного землеробства елемент – органогенні ресурси, джерелом яких для орних земель були природні луки, сіножаті, ліси, степи [8, 9].

Нині зростання щільності населення на урбанізованих територіях та створення великих тваринницьких комплексів у сільській місцевості породжує проблему щодо утилізації відходів життєдіяльності людини, які одночасно є комплексом біофільних елементів. Сталий розвиток антропосфери та агросфери вимагає широкомасштабного освоєння низки біотехнологічних систем з повною рециркуляцією всіх біофільних елементів, що є біосферним імперативом. На основі торфу та соломи широкомасштабне біотехнологічне виробництво створити неможливо. Відновлюваним джерелом полісахаридів та енергії для різних біотехнологій стануть масиви чагарників [9]. Вони займають значні площі як в сільськогосподарському виробництві [10], так і біля селищ та міст. Розроблений принцип побудови конструкції біореактора та технологічного процесу на основі використання подрібнених стебел чагарників та відходів тваринного походження, де кінцевою продукцією є мікробно-білковий трофічний субстрат для сапрофагів [11].

Високопродуктивні чагарники здатні з ранньої весни до пізньої осені використовувати сонячну енергію і синтезувати в 2-4 рази більшу біомасу, ніж однорічні рослини, що ростуть на тих же ґрунтах, повністю усунути водну та вітрову ерозію на значних площах, однак найголовніше – надземну стеблову біомасу можна збирати майже безперервно протягом року. Після формування оптимальної біомаси, чагарники через певний проміжок часу зрізуються на пні, а вони в свою чергу можуть слугувати опорною поверхнею для легкої електромобільної техніки в умовах перезволоження поверхні ґрунту.

Застосовувати електромобільну техніку в технологічних процесах зі стислими термінами (5–7 днів) неможливо. Основне її призначення – збирання та подрібнення надземної маси чагарників, транспортування продукції в контейнерах до доріг з твердим покриттям, розпушування ґрунтів свердлоподібними знаряддями, внесення корму для сапрофагів та біологічного добрива у вертикальні дрени протягом року, заробка в ґрунт, який вкритий мульчою, спеціально підготовлених конусоподібних брикетів з біодобрив та насінням культур не тільки весною та восени, а й впродовж зимового періоду.

Надземна маса певних порід чагарників є джерелом відновлюваної енергії, рослинних полісахаридів та вибірково абсорбованих біофільних елементів; вона додається в подрібненому стані, для безперервної утилізації відходів тваринного походження, до корму сапрофагам у компостних біореакторах, використовується в біотехнічних установках як конструктивний матеріал з метою створення значних об'ємних середовищ для розмноження різних сапрофагів (дошових черв'яків тощо), вирощування їстівних грибів та виробництва кормового білка.

Виробництво кормового білка на основі безперервного надходження целюлозо-пектинового матеріалу має такі переваги: 1) швидкий ріст мікроорганізмів; 2) менша трудоемність мікробіологічного виробництва білка порівняно з сільськогосподарським; 3) незалежність технологічного процесу від сезонних та кліматичних умов; 4) можливість культивування мікроорганізмів в компактних установках; 5) перетворення складних полісахаридів у білок (до 20%) відбувається при коефіцієнті конверсії 17–25 % [12].

Чагарникові масиви забезпечать відновлювану сировину для деревопереробної промисловості, опалення домівок у сільській місцевості, а добре подрібнені тонкі стебла можуть слугувати підстилкою для сільськогосподарських тварин.

Важливого значення для становлення біогенного землеробства набуває поповнення біологічними агентами, макро- та мікроелементами земель інтенсивного використання.

Перший напрямок – розширення площ під посівами зернобобових та багаторічних бобових трав до 30 % в структурі посівних площ. У наших дослідах 2006 р., наприклад, на фоні без внесення добрив з 1964 р. урожай ячменю становив залежно від попередника та сівозміни 1,14; 1,2 та 1,39 т/га, а гороху – 2,13; 2,34 та 2,48 т/га, тобто був майже в два рази вищим, а кількість протеїну з одиниці посівної площі зростала в чотири рази. На фоні, де вивчалися до 2000 р. норми внесення добрив під запланований урожай, а потім використовувалася їх післядія, ячмінь підживлений  $N_{30}$  кг. д. р./га забезпечив урожайність 3,12; 3,27 та 3,83 т/га, а горох без добрив – 3,46; 3,54 та 3,76 т/га, тобто вихід протеїну був в два рази вищий. Якщо в середньому біля 40% азоту рослини гороху створюють за рахунок симбіотичної азотфіксації, то агроєкосистемою відтворюється від 30 до 50 кг/га азоту. Цей біологічний напрямок дає можливість ефективніше синтезувати білкові форми в агроєкосистемі, ніж на потужних заводах, економити газ, електроенергію, витрати на перевезення та внесення азоту технічного походження.

Другий напрямок – використання масивів чагарників як відновлюване джерело не тільки полісахаридів та енергії, а й макро- та мікроелементів, які абсорбуються вибірково, а калій накопичується в найкращій формі –  $K_2O$ . Тут можливий широкий діапазон використання цієї продукції. В перспективі – розробка технологій перетворення недоступних сполук фосфору в доступні для рослин в компостних біореакторах.

Третій напрямок – розвинуте тваринництво на основі використання продукції з дендрокормових угідь, значна частка яких в структурі квазіприродних агроєкосистем [10]. Проте важливою умовою при цьому є постійна переробка відходів тваринництва до біодобрив або трофічного матеріалу для ґрунтових сапрофагів, що дренують ґрунт та підвищують його біологічну активність.

Четвертий напрямок – широке функціонування сапротрофних біотехнічних екосистем, що будуть здатні перетворювати біогумус та біомасу сапрофагів в білковий корм для риб, птиці, свиней, ВРХ.

Вивезення та заробка в ґрунт значних об'ємів біодобрив протягом року потребує усунення негативного впливу важкої техніки на біоту ґрунту та коріння культурних рослинних організмів. Глибина колії від сучасної важкої мобільної техніки іноді досягає 10-15 см, а негативна дія на біоту від переуцільнення ґрунту проявляється до метрової глибини. Від пересування по полях великих вантажів технікою з двигунами внутрішнього згоряння також залишаються глибокі колії. В електромобільній легкій техніці інший принцип – це швидкі локально-вертикальні десинхронні дії на ґрунт, що ведуть до його розуцільнення на будь-якій глибині гумусного шару.

Треба відзначити, що вартість електроенергії менша порівняно з дизельним паливом, а отже, експлуатаційні витрати на електромобільну техніку в декілька разів менші, ніж на теплотехніку. До того ж, є можливість створення електронної бази даних хімічних, біологічних та фізичних параметрів ґрунтів для оптимізації технологічних процесів.

### **Висновки.**

Серед проблем формування сталих агроєкосистем біогенного землеробства основною є отримання нових джерел енергетичних ресурсів як для функціонування сільськогосподарської техніки, так і для підвищення енергетичного потенціалу ґрунтів. Майбутній прогрес в землеробстві пов'язаний з використанням масивів високопродуктивних чагарників, які продукують відновлювану енергію та полісахариди для різних біотехнологій безперервної дії. Такі чагарники є ресурсною, економічною та організаційно-технологічною основою функціонування електромобільної техніки галузі землеробства.

### **Бібліографічний список**

1. Концепция эколого-ландшафтной системы земледелия Луганской области на период до 2015 г. / П.А. Милехин, В.А. Белолипский, А.Н. Джос [и др.] / Луганская обл. гос. админ., упр. зем. ресурсов Луганской обл. – Луганск, 1999. – 25 с.

2. Модель ландшафтного землеустройства биогенного земледелия / *М.М. Тимофеев, В.И. Джулай, В.И. Николенко* [и др.] // *Агроэкологич. журн.* – 2004. – № 3. – С. 3–6.
3. *Сайко В.Ф.* Землеробство на шляху до ринку / *В.Ф. Сайко.* – К., 1997. – 46 с.
4. Внесення мінеральних та органічних добрив сільськогосподарськими підприємствами Донецької області під урожай 2008 р. / *Стат. зб.* – Донецьк, 2009. – 83 с.
5. *Молодцев С.Д.* Электроэнергетика мира в 90-х годах / *С.Д. Молодцев* // *Электрические станции.* – 1999. – № 5. – С. 27–29.
6. *Рудько Г.І.* Стратегія розвитку атомної енергетики в Україні / *Г.І. Рудько* // *Екологич. вісн.* – 2006. – № 3. – С. 6–7.
7. Методичні рекомендації по складанню бізнес-плану розвитку сільськогосподарського підприємства / *Мін-во стратегіч. політики України.* – К., 2003. – 261 с.
8. *Советов А.В.* О системах земледелия / *А.В. Советов.* – М.: Гос. издат. с.- х. лит. – 1950. – С. 233–441. – (Избр. сочинения).
9. *Тимофеев М.М.* Органогенные ресурсы – квинтэссенция систем земледелия / *М.М. Тимофеев* // *Аграр. наука.* – 2002. – № 1. – С. 2–3.
10. *Тимофеев М.М.* Модели дендрокормовых угодий биогенного земледелия / *М.М. Тимофеев* // *Аграр. наука.* – 2005. – № 4. – С. 27–28.
11. *Тимофеев М.М.* Перспективы рециркуляции биофильных элементов / *М.М. Тимофеев, С.В. Козакевич, И.Н. Зарудняк* // *Вісн. Донецького нац. ун-ту.* – 2009. – Вип. 1. – С. 523–525. – (Серія А: Природничі науки).
12. *Волобуев В.П.* Микробный белок в кормлении сельскохозяйственных животных / *В.П. Волобуев, Р.А. Волобуева* // *Аграр. наука.* – 2005. – № 3. – С. 27–29.