

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 631.95:634.58:631.871:631.51

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ БІОГЕННИХ ЧИННИКІВ В АГРОСФЕРІ

М.М. Тимофєєв

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії землеробства, рослинництва та механізації

І.М. Зарудняк

директор

О.А. Белицька

старший науковий співробітник лабораторії апробації, маркетингу та наукового супроводження інноваційного проекту

Т.В. Голубєва

науковий співробітник лабораторії агроєкології та захисту рослин

Державна установа «Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України»

Обґрунтовано, що перехід на технології безперервного відновлення родючості ґрунтів та формування сталих агробіогеоценозів в умовах мульчепласту біогенної системи землеробства пов'язаний з розвитком інформаційно-комунікаційних систем та програмним керуванням оптимізації функціонування різних рівнів організації угруповань живих організмів.

Ключові слова: *інформаційні технології, біогенна система землеробства, мульчепласт, біогенні агенти, сталі агробіогеоценози, дендрокормові культури, брикети.*

До макропроблем сучасної агросфери належать:

- великомасштабна дефляція та водна ерозія ґрунтів, яка обумовлена значною часткою орних земель (80–90%) у структурі сільгоспугідь і території в цілому, яка в 1,7–2 рази більша, ніж в економічно розвинених країнах. Сучасна техніка і технологія роблять рихлим верхній шар ґрунту та переуцільненим нижній, що затримує поглинання вологи в глибину, спричиняє значні втрати води з поверхні ланів, унаслідок чого поверхня ґрунту стає подібною до якостей пустелі. Дефляція ґрунтів у ХХ ст. у Донецькій області поновлювалася більше ніж 40 разів. Наймогутніші пилові бурі відбулися в лютому–березні 1960, 1969, 1972, 1974 і 1984 років;

- широкомасштабна та інтенсивна втрата гумусу і біофільних елементів на землях інтенсивного використання, котра активізувалася після розпаювання землі, унаслідок занедбаного тваринництва як джерела гною

для ланів, 3–4-разового зниження внесення мінеральних добрив;

- постійне подорожчання нафти та перспектива вичерпаності цих ресурсів, що потребує пошуку інших сценаріїв розвитку агросфери.

Три макростратегії покладені в перспективу подальшого розвитку агросфери: найкраще використання всіх біологічних організмів, ширше застосування потужних природних чинників, перетворення більшості технологій підвищення родючості ґрунту і сталості агробіогеоценозів у безперервні, що є головною умовою зростання ефективності значних капіталовкладень.

Для вирішення макропроблем сучасної агросфери необхідно здійснити перехід на біогенну систему землеробства, основою якої є нові ресурси та макроструктурні зміни.

Передусім це нові енергетичні ресурси, які є в надлишку в Україні – електроенергія нічного часу. Електрична енергія зробила величезний прогрес у промисловості та аг-

росфері, її використання стане економічно вигідним лише за умов щодобового і ціло-річного застосування в технологічних процесах [1, 2].

Наступним є визначення специфіки відновлюваних органогенних ресурсів майбутнього, котрі як квінтесенція систем землеробства лежали в основі всіх його історично тривалих систем [3]. У майбутньому це нові культури – чагарники, які займуть значні площі у структурі напівприродних агроєкосистем, що дасть змогу запобігти водну та вітрову ерозію саме на землях, які інтенсивно руйнуються та з низькою родючістю ґрунту.

Напівприродні трав'янисті та дендрокормові угіддя сприяють розвитку тваринництва як додаткового джерела біофільних елементів для полів з інтенсивними технологіями.

Згідно з моделлю становлення сталих агроландшафтів у Донецькій області малопродуктивні та деградовані землі схилом 3–7° і вмістом гумусу 2–4% повинні перейти до напівприродних агроєкосистем, а землі інтенсивного використання – мати вміст гумусу 4–6% та схили менше ніж 3°. Оптимальним співвідношенням цих земель є 1:1.

Третім базовим завданням є створення технологій безперервної переробки відходів тваринного походження (у т.ч. людини), де як відновлювана енергія та полісахариди будуть використовувати подрібнені стебла чагарників. Наведено принцип побудови конструкції і технологічного процесу безперервно діючих компостних біореакторів [4], які утворюють біодобрива як корм для сапрофагів із значною часткою термофільних мікроорганізмів. Широкомасштабна рециркуляція найцінніших елементів життя повинна стати основою сталого розвитку не тільки агросфери, антропосфери, а й біосфери в цілому. Наразі з агросфери вилучається велика кількість біофільних елементів, котрі через харчові ланцюги антропогенного походження потрапляють у метантенки та аеротенки, викидаються в річки, прісні водоймища, моря, спричиняючи їх евтрофікацію.

Електрифікація мобільних процесів пов'язана з цілодобовим та цілорічним застосуванням цього виду енергії в технологічних процесах, а саме: збирання чагарникової стебельної біомаси, її подрібнення та вивезення

до компостних біореакторів і біотехнічних систем вирощування різних видів сапрофагів як корму для риб, птиці, свиней, ВРХ та відтворення біогумусу, розуцільнення ґрунту в агроєкосистемах в умовах мульчепласту та різної рослинності, внесення біодобрив у вертикальні дрени, вивезення та заробка в ґрунт органічно-ґрунтових брикетів із насінням ярих культур у невегетаційний період року [5, 6].

Щоб повністю усунути водну та вітрову ерозію ґрунтів на землях інтенсивного використання, уся побічна продукція повинна залишатися на ланах для формування мульчепласту, який ущільнюється спеціальною котковою технікою до тонкого шару на землі. Принцип побудови електромобільної коткової техніки – це машини із широкими шинами-котками, які не тільки перевозять різні вантажі, а й вирівнюють поверхню мульчепласту і ґрунту на ланах, а зимою ущільнюють і вирівнюють сніговий покрив для проведення наступних технологій обробітку ґрунту, внесення біодобрив у дрени та заробки брикетів [6].

Дослідження так званого нульового обробітку ґрунту показали, що за 6 років урожайність культур знизилась більше ніж на 60% порівняно з оранкою [7]. Це наслідки підвищення щільності й твердості ґрунту, неможливості внесення мінеральних і органічних добрив на глибину, де більше зберігається волога в посушливому кліматі Степу.

У мікропольовому стаціонарі з мульчепластом із цілих стебел кукурудзи встановлено, що легка техніка (Т-16) весною погрузала на глибину 10–15 см унаслідок перезволоження ґрунту. Під мульчепластом ґрунт зимою не промерзав, щуп легко входив на глибину до 40 см, у той час як при відкритій поверхні він промерзав до 35 см. Вивезення або привнесення великих об'ємних та вагових речовин на поля з мульчепластом у невегетаційний період року потребує нової техніки – електроконвейерного ланцюга (ЄКЛ) довжиною 100–150 або 200 м, який би мав мінімальний тиск на поверхню ґрунту з мульчепластом [2].

В організаційно-технологічному аспекті важливе щорічне точне розміщення брикетів, пустих вертикальних дрен та з органічним субстратом на поверхні полів, щоб поступово удобрити та обробити весь шар ґрунту за кілька років та зберегти най-

краще чергування рихлих, середньорихлих і твердих стовбів землі для ходових частин техніки, зберегти пустоти ходів черв'яків та інших сапрофагів, біопори залишків коріння культурних рослин [6].

Метою дослідження є пошук можливостей інноваційних технологій топографічно-точного обробітку ґрунту в умовах мульчепласту в аспекті активізації біогенних чинників в агросфері.

Об'єкт досліджень – інформаційні технології та можливості їх застосування для активізації біогенних чинників.

Методи досліджень – польовий, лабораторний, міждисциплінарний, структурно-систематичний підхід до розробки принципів побудови відповідних біогеоценотичних, технологічних і технічних конструкцій.

Інформаційно-комунікаційні технології в біогенній системі землеробства реалізують на підставі точних знань фізичних, хімічних та біологічних параметрів кожної точки поля по роках, яке базується на дистанційному зондуванні. Інформаційні технології обробітку даних отримують на принципах прямого і зворотнього зв'язку. Топографічно точні технології на базі локально-вертикального обробітку ґрунту та систем позиційного спостереження (GPS), які сприймають сигнали від системи супутників та наземних систем з точними координатами місця випромінювання сигналів, здатні локалізувати дію машин з точністю до одного сантиметра. Всі дані фізичного, хімічного та біологічного стану агроєкосистем при проходженні полем техніки повинні висвічуватись на великому електронно-інформаційному панно, де агроном-оператор час від часу приймає оперативні дії. Вся інформація записується та зберігається в електронній базі даних за кілька років.

Електроконвейєрний ланцюг (ЕКЛ) із навісними системами обробітку ґрунту, внесення біодобрив і брикетів та вивезення ґрунту є головною координаційною машиною, яка приймає сигнали та передає точні координати всіх локально-вертикальних дій у ґрунті та над мульчепластом.

Інформаційно-комунікаційні технології використовуються також на системах машин зі збирання врожаю та біомаси чагарників, при формуванні тимчасових транспортних артерій, локальному обробітку пестицидами, відбиранні з великих партій посівного

матеріалу найкращого насіння по таких параметрах, як крупність зерна, питома вага, вологість, відсутність тріщин на поверхні або інших пошкоджень.

Інформаційний контроль також повинен бути на безперервно діючих компостних біореакторах, де слід підтримувати стабільну температуру, внесення відходів тварин, мінеральних форм НРК і мікроелементів, подрібнену стебельну біомасу чагарників, подачу повітря та використовувати виділене тепло для прогрівання ґрунту при формуванні органо-ґрунтових брикетів, а також дозуванні ефективних мікроорганізмів у біодобривах.

Розглянемо детально напрями активізації біогенних чинників як виробничих сил природи та природних елементів технології.

1. Сівозміни – головний біологічний фактор боротьби з хворобами, шкідниками та бур'янами завдяки різній біології культур та агротехнічним заходам. У Степу в польових сівозмінах повинен бути пар (де в літній період вноситься в дрени на глибину значна кількість біодобрив та накопичується волога літніх дощів), горох (азотфіксуюча рослина), соняшник (високоліквідна культура), пшениця озима (дає найбільший вихід зернових одиниць з 1 га) та ячмінь. На полях з мульчепластом у майбутньому значні площі займе пшениця тверда яра.

2. Інтенсифікація виробничих сил природи шляхом посилення використання високопродуктивних ґрунтів та зменшення кількості малопродуктивних і деградованих земель при формуванні сівозмін.

У США протягом 1981–1983 рр. вивели з інтенсивного обробітку 26,1 млн га малопродуктивних та деградованих земель, що сприяло значному зменшенню кількості енергетичних витрат і собівартості на отримання одиниці сільськогосподарської продукції, підвищенню врожайності культур у масштабах усієї держави та ліквідації значних ерозійних процесів на цих землях.

У дослідях на стаціонарі із сівозмінами при порівнянні врожайності культур, де вносили добрива під запланований урожай до 2000 р. (високий агрофон), із фоном, де добрива не вносили з 1964 р. (хімічно деградований [1] або низький агрофон), імітувався різний рівень родючості ґрунту. В середньому за 2007–2012 рр. у шестипільній сівоз-

зміні зменшення врожайності на низькому агрофоні порівняно з високим становило: пшениці озимої на пару – 1,98 раз, ячменю – 2,15, гороху – 1,57, пшениці озимої по гороху – 1,98 і сояшнику – 1,59 раз. Горох завдяки азотфіксації, а сояшник – глибокій кореневій системі мали найменше зниження врожайності, а ячмінь – навпаки, найвище внаслідок слаборозвинутої кореневої системи. У трипільній сівозміні (без пару) горох знижував урожайність на низькому агрофоні в 1,77 раз, пшениця озима – в 1,96, а ячмінь ярий – у 2,53 раз порівняно з високим.

Найбільш сприятливим щодо зволоження та врожайності культур був 2008 рік, а 2009 та 2010 рр. – несприятливими. Погіршення умов для культур призводить до випереджаючого зменшення їх урожайності на деградованому агрофоні порівняно з високим (таблиця), а саме пшениці озимої та ячменю ярого – 2,7; 3,5 і навіть 4,2 раз, в той час як сояшнику – 1,81.

За кількістю опадів і врожайністю культур найбільш сприятливим був 2011 рік

(випало 667 мм опадів при середньорічних 542 мм). У шестипільній сівозміні пшениця озима на пару на високому агрофоні мала врожайність 7,05, а на низькому – 4,18 т/га. Ця культура як на пару, так і по гороху забезпечила найбільший прибуток з одиниці площі. В цілому з 1 га сівозмінної площі високому агрофоні отримано 2 441, а на низькому – 896 грн прибутку, або в 2,7 рази менше. У трипільній сівозміні – відповідно 3830 і 807 грн/га, або 4,75 рази.

Протягом 2012 року випало 461 мм опадів, унаслідок чого значно постраждала пшениця озима як восени, так і весною. З 1 га шестипільної сівозміні на високому агрофоні отримано прибутку 2077, а на низькому – в 88 грн збитку, у трипільній сівозміні – відповідно 2380 і 428 грн/га.

Найбільший прибуток у другій (трипільній) сівозміні мав ячмінь ярий, а в третій (трипільній) – сояшник. Сояшник (за цінами поточного року) виявився більш прибутковим, ніж ячмінь на високому агрофоні в 1,12, а на низькому – у 3,44 рази.

Урожайність різних культур на низькому і високому фоні живлення на шестипільній і трипільній сівозмінах, 2008–2010 рр, т/га

Рівень родючості ґрунту	Шестипільна сівозміна					Трипільна сівозміна		
	пшениця озима на пару	ячмінь ярий	горох	пшениця озима по гороху	сояшник	горох	пшениця озима на гороху	ячмінь ярий
2008 р.								
Високий	7,78	4,81	2,52	7,01	4,21	2,57	6,99	4,30
Низький	4,68	3,10	1,87	4,46	2,94	1,76	3,94	2,36
Зниження врожайності, разів	1,66	1,55	1,35	1,56	1,43	1,46	1,77	1,82
2009 р.								
Високий	5,01	2,39	1,62	4,74	3,15	1,89	4,18	2,37
Низький	2,75	0,80	1,08	2,05	1,74	0,98	2,02	0,56
Зниження врожайності, разів	1,82	2,98	1,50	2,31	1,81	1,93	2,07	4,23
2010 р.								
Високий	4,31	1,96	1,52	3,82	2,26	1,43	3,94	2,00
Низький	1,57	0,57	0,86	1,41	1,25	0,84	1,47	0,57
Зниження врожайності, разів	2,74	3,44	1,76	2,71	1,81	1,70	2,68	3,51

На деградованих та малородючих землях в умовах ринку з метою отримання прибутку економічні важелі будуть змушувати товаровиробників розширювати площі під соняшником у структурі посівних площ, що призведе до руйнації сівозмін та наблизить третю в історії катастрофу соняшнику як культури, причому цього разу, імовірно, за рахунок шкідників, які живуть у стеблі.

Без виводу схилових, деградованих та малородючих земель з інтенсивного обробітку сільське господарство втрачатиме значні фінансові надходження, матиме високі енерговитрати на одиницю продукції, зниження якості товарного зерна і найбільші екологічні втрати в природі за рахунок значної ерозії ґрунтів.

3. Оптимізація співвідношення земель інтенсивного використання до напівприродних в агросфері, що є головною умовою існування біогенної системи землеробства. За моделлю формування сталих агроєко-систем оптимальне співвідношення земель інтенсивного використання і малородючих, схилових та деградованих у Донецькій області повинне становити 50:50% [5]. Під дендрокормовими культурами буде зайнято 29,1% площі агросфери, дендрокормовими культурами, які йдуть тільки на виробництво біодобрив і технічну переробку – 5,2%, тобто разом більше ніж одна третина площі агросфери, в якій зимою найкраще затримується сніг, а вода використовується на продукційні процеси. У період пилових буревіїв (лютий–березень) стебла чагарників найкраще абсорбують пилові частки з повітря.

На ґрунтах з низькою родючістю чагарники здатні утворювати біомасу в 2–4 рази більшу, ніж трав'янисті форми рослин, процес фотосинтезу у них відбувається з ранньої весни до пізньої осені, а головне – їх можна збирати майже безперервно протягом року для різних біотехнологічних процесів. Завдяки вирощуванню дендрокормових культур найкраще зберігається азот у ґрунті. Співвідношення C:N у соломі колосових становить 80:1, а в деревині – 500–700:1. На дендрокормових масивах листя чагарників та відходи тварин залишаються на цих ґрунтах.

У США найбільші площі (25 млн га) у світі зайняті під люцерною. Фермерам доплачують за те, що вони вирощують цю культуру та самі знаходять ринки збуту.

Один гектар посіву люцерни може синтезувати з повітря до 100–150 кг азоту, який зв'язується в органічній біомасі. В економічному аспекті не треба витрачати газ для синтезу добрив, будувати потужні заводи та перевозити на великі відстані їх продукцію. За прогностичною моделлю [5] усього 14,2% площі агросфери відводиться під бобово-злакові фітоценози сіножатей та пасовищ. На дендрокормових пасовищах (20% площі агросфери) можлива різна частка злаково-бобових фітоценозів, на яких локально в брикетах підсівають бобові, злакові та лікарські рослини через кілька років у міру їх випадання із травостою.

При розвиненому козівництві значні площі будуть відведені під дендрокормові культури, в яких листя збиратиметься на зелений корм, силос та листяну муку. Ці масиви займатимуть більш родючі землі, ніж дендрокормові пасовища. Їх екологічна функція (на відміну від сучасних кормових культур) полягає в тому, що вони протягом 50–70 років утворюють значний обсяг кореневої системи, у не вегетаційний період року на цих ланах поглинаються майже всі опади завдяки стеблостою та локально-вертикальному рихленню ґрунту, а також утворенню мульчі з подрібнених стебел чагарників, що дає змогу обробляти ґрунт протягом значного періоду року.

4. При біогенній системі землеробства селекція повинна створювати еколого-технологічні форми сортів та гібридів, які мають не тільки максимальний вихід господарсько-цінної частини врожаю, а й максимально великий габітус культур, коренева система яких охоплює більший обсяг ґрунту, а листостеблова маса сприяє формуванню мульчепласту, збільшенню кількості сапрофагів, конкурентному витісненню бур'янів [9–11]. У досліджах за три роки розклалось 14,3 т/га мульчепласту [2], а в дощовий рік – до 6 т/га.

Селекції дендрокормових культур має передувати створення міжвидових високопродуктивних гібридів з підвищеною залистяністю. Нині створені лише гібриди шовковиці кормового напрямку використання з високим вмістом поживних речовин для годівлі тутового шовкопряда.

Екологічна перспектива, наприклад, високостебельних гібридів соняшнику пов'язана з тим, що при високому зрізі в їх сухо-стої взимку в період сильних східних вітрів

накопичується значна кількість снігу. Дослідженнями виявлено, що за станом на 13 березня 2012 р. на орних землях сніг здувався майже повністю, на посівах пшениці озимої висота снігового покриву становила 3–5 см, у лісосмугах накопичувалось 80, у сухостій сояшнику з вітроударної сторони – 65–70, а на більшій площі – 30 см. Під таким сніговим покривом (30 см) ґрунт не промерзав, що рівноцінно додатковій кількості води не менше ніж 300 м³/га. У сучасних умовах на орних землях в осінньо-зимово-весняний період втрачається до 60–80% опадів унаслідок здування снігу, переущільнення ґрунту важкою технікою, утворення плугової притертої підшви, яка не пропускає вологу в глибинні шари ґрунту. Це призводить до водної ерозії ґрунту, яка тим руйнівніша, чим більший кут схилу та його довжина.

У ланці сівозміни сояшник – ячмінь (або пшениця тверда яра) при локально-вертикальній технології внесення брикетів можна залишати сухостій сояшнику вище ярих культур як сідало для птахів, які знищують шкідників у верхньому ярусі фітоценозів. Крім того, птахи залишають послід (додаткове добриво), а сухостій сояшнику добре подрібнюється, коли проходить через барабан зернозбирального комбайна.

5. Мульчепласт як біологічний чинник повної ліквідації ерозійних процесів потребує створення нових способів обробки ґрунту та внесення біодобрив. Головним напрямом біологізації землеробства є цілковите подолання водної та вітрової ерозії ґрунтів, підвищення їх родючості, якості продукції, активізації різних біогенних чинників. Мульчепласт виконує різні біологічні функції. Інформаційні (топографічно точні) технології локально-вертикального типу обробки ґрунту дають змогу зберегти мульчепласт на значній площі землі інтенсивного використання, розуцільнити ґрунт до глибини 40 см, точно внести у вертикальні дрени біодобрива та розташувати брикети, зберегти значну кількість біопор та живих організмів в активному шарі ґрунту.

Протягом шести років на площі 1 м² утворюється 216 вертикальних дрен діаметром 3 см та глибиною 40 см. Пусті дрени з часом заповнюються ґрунтом, найбільш збагаченим на рухомі форми НРК, яких активно утворюється під мульчепластом [2]. Загальна площа такого обробітку становить

15,3%. На паровому полі у вертикальні дрени (6 шт./м²) діаметром 7 см (2,3% площі) вноситься органо-ґрунтовий субстрат для сапрофагів, а через кілька років брикети з насінням сояшнику (або кукурудзи) треба вставляти саме у ці місця з точністю до 1 см. Основна маса коріння просапних культур повинна розміщуватися в місцях оптимуму фізичних, хімічних та біологічних параметрів ґрунту. Аналогічне стосується й інших брикетів. Загальна площа брикетів (діаметром 5 см і глибиною 10 см) за 6 років досягне 42,4% поверхні поля. Після виймання ґрунту під брикети або з дрен його треба також точно розмістити на поверхні мульчепласта, не засипаючи поверхню брикетів.

Поліфункціональна роль вертикальних пустих дрен полягає також у тому, що в них накопичується вода під час зливних дощів або інтенсивного сніготанення. Це дає змогу швидко перевести значні об'єми води в глибші шари ґрунту. Пусті (або з рихлою сумішкою) дрени є місцем викидання надлишків ґрунту сапрофагами в глибоких шарах ґрунту, при утворенні горизонтальних біопор, що покращує аерацію. Ці дрени заповнюються з часом корінням культур, утворюючи аналог аеропоніки, а в посушливі роки є місцем конденсації вологи з повітря. При відсутності дрен під мульчепластом зимою та весною утворюється значно перезволожений верхній шар ґрунту [2].

На відміну від незайманих степів із високим альбедо, широкомасштабна чорна поверхня орних земель обумовлює потужні висхідні потоки прогрітого повітря, з яким виноситься з приземного шару волога на значні висоти та відстані. Неусвідомлено великими площами чорної поверхні, створений потужний природний механізм аридизації клімату Степу. Із природних компонентів виробничих сил агросфери рівень родючості ґрунтів і клімат визначають продуктивність культур. Мульчепласт є аналогом поверхні незайманих степів із високою світлопромінюючою здатністю. Мульчепласт за законами зворотних зв'язків приведе до більшої кількості опадів і підвищення вологості приземного шару повітря. Не текнократична водна меліорація земель, унаслідок якої відбувається значне засолення ґрунтів і втрата їх родючості, а управління більш могутніми силами природи завдяки великому альбедо мульчепласта. Мульче-

пласт є не тільки головним засобом повного усунення ерозійних процесів, але й за умови його широкомасштабного застосування – потужнішим природним фізичним і біологічним механізмом керування метеоресурсами в напрямі підвищення продуктивності культур у зоні Степу.

6. Мульчепласт, родючий шар ґрунту та брикети – це єдність в екологічному аспекті і протилежність – за хімічними, фізичними та біологічними параметрами. Сучасна техніка землеробства потребує стану ґрунту як рихлої субстанції, яка легко піддається дії клиноподібних горизонтально діючих знарядь праці. Такий стан ґрунту призводить до значної руйнації органічних речовин, у т.ч. гумусу, біопор від різних живих організмів, знищення значної кількості ґрунтової фауни. З освоєнням нових земель Казахстану в ХХ ст., схилових та малородючих земель у Росії та Україні підірвалася економіка країни (зростала собівартість одиниці продукції), виникали значні ерозійні процеси. Наймогутніший буревій спостерігався у березні 1969 р., охопивши землі Казахстану, степи Росії та України. Він засипав пиловими частками всю Західну Європу, а над Англією вилився грязевими дощами. У 1960 і 1969 рр. у результаті сильних буревіїв на великих площах Кавказу та ЦЧЗ ґрунтовий шар був здутий на 7–10 см [8], для відновлення якого природі потрібно майже 10 тисяч років.

Мульчепласт повністю усуває ерозійні процеси, але спричиняє низку проблем, насамперед більш прохолодний ґрунт весною і токсичний вплив мульчепласта (маразмінами) на схожість насіння культур [2, 6]. У досліді, щоб запобігти їм, робили отвори в мульчепласті діаметром 10 см та виймали ґрунт на глибину 7 см, а виїмки засипали зрілим ґрунтом. Загалом на мікрополігоні із мульчепластом з цілих рослин кукурудзи, де не застосовували техніки, отримано майже однакову врожайність порівняно з контрольним варіантом [2]. Одночасно на так званому нульовому обробітку східні вітри зносили всю подрібнену мульчу, а на третій рік монокультура кукурудзи мала нульову врожайність [7].

Мульчепласт і слабо оброблений шар ґрунту потребують протилежного – орґано-ґрунтових брикетів, які в агрохімцехах будуть оптимізовані по всіх хімічних, фізичних та біологічних параметрах для най-

кращого стартового росту культур, збагачені азотфіксуючими та фосформобілізуєчими мікроорґанізмами, а також мікоризоутворюєчими грибами, які використовують недоступні елементи живлення.

У сучасному орґанному землеробстві мінеральні добрива негативно впливають на довкілля, забруднюють водоймища, атмосферу, посилюють розкладання гумусу. Біологізація землеробства потребує використання в безперервно діючих компостних біореакторах не тільки гною, а й значну частку мінеральних добрив для утворення біомаси термофільних мікроорґанізмів, які є трофічним матеріалом для сапрофагів, а також енергією для утворення значної кількості біопор в усьому гумусному горизонті.

Концентрація біофільних елементів у мікробній біомасі орґано-ґрунтових брикетів дає змогу зберегти протилежні, але екологічно пов'язані процеси – створення високого рівня живлення для культур та мінімізація руйнації орґаногенного каркасу ґрунту й мульчепласту, збереження ґрунтової фауни від токсичної дії мінеральних добрив. Орґаногенний каркас ґрунту із залишків коріння кукурудзи та соняшнику в досліді з мульчепластом зберігався до трьох років.

У фізичному аспекті брикети складаються з дрібної фракції субстрату, в якому створюється найкращий контакт коренових волосків з усією масою, що рівномірно та швидко прогрівається, де найвища схожість насіння культур, де чорна поверхня брикету, на відміну від біло-сірої поверхні мульчепласту.

Поверхня ґрунту, навпаки, має більшу твердість, ніж при оранці, значну кількість біопор, але меншу щільність. До того ж ґрунту пронизаний різними вертикальними дренами, які заповнені біодобривом, рихлим ґрунтом і трухливиною рослинних решток. Не горизонтальна диференціація рихлого та переущільненого шару ґрунту, а вертикальне чергування рихлих, середньорихлих і твердих «опорних» стовпів для ходових частин техніки з метою збереження пустот ходів дощових черв'яків та інших сапрофагів, біопор залишків коріння культур. У ґрунті підтримується максимальна діяльність живих орґанізмів природи, а в брикеті, навпаки, штучно створюються всі параметри для найкращого стартового росту культур.

Мульчепласт також має певні якості, котрі є антиподами як ґрунту, так і брикету. Під дією коткової техніки рослинні надземні рештки пресуються до землі, а потім присипаються нею з-під брикетів, з часом утворюється саманоподібний субстрат, крізь який легко проникає волога дощів, а при пересиханні він тріскається на грудки різного розміру. Саманоподібний мульчепласт є композитним матеріалом, який найкраще протистоїть ерозійним процесам.

Ідеальний тип поверхні ґрунту ланів з 100%-ним протистоянням ерозійним процесам має 93% і більше покриття мульчепластом, вертикальні дрени, ущільнену поверхню мульчепласту ґрунтом з виїмок під брикети, які містять найбільше рослинних решток та маразмів. На цьому фоні до 7% площі повинно бути з чорною поверхнею орґано-ґрунтових брикетів (36 шт./м²) діаметром 5 та глибиною 10 см. Заробка брикетів у ґрунт, який укритий мульчепластом, потребує обробки насіння гідрофобним покриттям (здатним пропускати кисень), яке руйнуватиметься при стабільно оптимальній температурі проростання культур. При вивченні впливу строків посіву ярих культур на врожайність з'ясовано, що затримка з посівом культур на 2–3 тижні від оптимальних термінів може знизити вихід продукції на 30–50%. Технологія з брикетами та гідрофобним покриттям насіння важлива тому, що запобігає втратам урожаю культур унаслідок швидкого підвищення температури та пересихання верхнього шару ґрунту або затяжних дощів, що призводить до затримки польових робіт.

7. Існують різні біогенні агенти конкурентного витіснення бур'янів та шкідників культур. У польових дослідях установлено, що чим вищий рівень родючості ґрунту, тим більший габітус культур, тим менша кількість багаторічних [9] та однорічних бур'янів [10] у посівах. У біогенному землеробстві створення високого фону живлення для культур та впровадження сортів і гібридів з великим габітусом є важливим біогенним агентом конкурентного витіснення бур'янів з посівів.

Іншим біогенним агентом є мульчепласт, який у дослідях знижував кількість однорічних бур'янів та їх біомасу на 96–99% [11]. Однак з роками у зріджених посівах можуть виникнути куртини багаторічних бур'янів, які можна знищити тільки гербици-

дами. Третім біогенним агентом є посів злакових і бобових культур у брикетах, що дає змогу отримати сходи в оптимально ранні терміни та рости щільним ценозом, в якому репресуються сходи малорічних бур'янів.

У системі біологічної взаємодії зоофаги – фітофаги новим чинником є сапрофаги, мульче пласт і брикети. У дослідях із мульчепластом на третій рік значно підвищилась кількість фауни [11]. Чисельність павуків весною та літом у мульчепласті коливалась у межах 2–3 шт./м², у той час як на орній землі в посівах кукурудзи їх не було. Павуки є хижаками в природних угіддях, які регулюють чисельність фітофагів та інших шкідливих організмів навіть більш інтенсивно, ніж птахи. У дощовий літній період під мульчепластом утворювалась значна кількість малих личинок сапрофагів, мушки яких роїлись у повітрі. Сапрофаги є кормом для різних видів зоофагів.

Дощових черв'яків на орній землі було 0,1, а під мульчепластом – 2,0 шт./м², дротяників – відповідно 0,2 та 2,0, кивсяків – 0,0 і 8,0, цвіркуна степового – 0,01 та 2,0 шт./м². На мульчепласті виявлено появу ящірок і жаб.

Розподіл культур по площі квадратно-гніздовим способом у брикетах є важливим фактором швидкого пересування в різні сторони таких захисників рослин від фітофагів, як птахи, ящірки, жаби, землерийки та інші. Комахоїдні землерийки конкурентно витісняють із ланів мишовидних гризунів, харчуються широким спектром безхребетних тварин, у т.ч. сапрофагами. Активне розмноження сапрофагів завдяки мульчепласту та біодобривам, насичених термофільними мікроорганізмами, є запорукою широкої кормової бази для біологічних захисників культур від фітофагів.

Більшість дорослих ентомофагів харчуються пилком квітів та мають малий радіус розльоту, а завдяки брикетам нектароносні культури можна рівномірно розподілити на всій площі посівів відповідно до відстані перельоту.

Для збереження на полях жаб, ящірок, землерийок у ґрунті під мульчепластом або в смугах чагарників будуть створюватися похилі ніші – укриття від небезпечних дій природи і технічних систем.

Усі ці точкові параметри повинні бути в електронній базі даних.

Для активізації біогеоценотичних зв'язків в агросфері на землях інтенсивного використання слід сформуваати адекватну сітку смуг чагарників, в яких можна розташувати мурашники до 3–4 шт./га. В період посухи та можливих пожеж чагарники є бар'єром на шляху вогню. І смугах чагарників, які поновлюються зрізанням через низку років, зберігається та пересувається значне різноманіття фауни. Крізь чагарники по спеціальних стежках буде проходити відповідна техніка.

ВИСНОВКИ

Таким чином, перехід на технології безперервного відновлення родючості ґрунту та формування сталих агроєкосистем біогенної системи землеробства потребує розвитку інформаційних технологій на різних рівнях організації угруповань живих організмів: від відбору найкращого насіння, управління параметрами функціонування різних біореакторів, формування брикетів, оптимальних за всіма фізичними, хімічними та біологічними параметрами для найкращого стартового росту культур, оптимізації локально-вертикального обробітку ґрунту та внесення біодобрив в умовах мульчепласту, збереження фауни ґрунтів і до рівня формування сталих агробіогеоценозів у конкретних умовах природної родючості ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимофеев М.М. Біогенне землеробство в аспекті енергетичних ресурсів / М.М. Тимофеев // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2010. – № 38. – С. 154–158.
2. Тимофеев М.М. Освоение новых органогенных и энергетических ресурсов / М.М. Тимофеев // Агрохимический вестник. – 2002. – № 3. – С. 30–31.
3. Тимофеев М.М. Органогенные ресурсы – квинтэссенция систем земледелия / М.М. Тимофеев // Аграрная наука. – 2002. – № 1. – С. 2–3.
4. Тимофеев М.М. Модель широкомасштабной рециркуляции биофильных элементов / М.М. Тимофеев, С.В. Козакевич, И.Н. Зарудняк // Агроэкология. – 2010. – Верес. – С. 203–206. – (Спецвипуск).
5. Тимофеев М.М. Модель структурных инноваций биогенной системы землеробства / М.М. Тимофеев, Т.В. Голубева, О.А. Белицька // Бюлетень Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. – 2012. – № 2. – С. 34–38.
6. Пошук новітніх технологій обробітку ґрунту в умовах мульчепласту біогенної системи землеробства / [М.М. Тимофеев, І.М. Зарудняк, Т.В. Голубева, О.А. Белицька] // Агропромислове виробництво Полісся. – Житомир, 2012. – С. 14–17. – (Спецвипуск).
7. Тимофеев М.М. Моделі біогенної оптимізації фізичних параметрів ґрунтів / М.М. Тимофеев, В.І. Джулай, К.М. Пархомюк // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2008. – № 33. – С. 300–303.
8. Шевченко В.А. Биология растений с основами экологии / В.А. Шевченко, А.М. Соловьев. – М.: Т-во научных изданий, КМК, 2006. – 342 с.
9. Тимофеев М.М. Агроценотичні фактори розповсюдження багаторічних бур'янів / М.М. Тимофеев, І.М. Зарудняк // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2011. – № 40. – С. 154–159.
10. Тимофеев М.М. Фітоценотичні залежності поширення однорічних бур'янів в посівах пшениці озимої та ячменю ярого / М.М. Тимофеев, І.М. Зарудняк // Посібник українського хлібороба. – 2011. – С. 131–133.
11. Тимофеев М.М. Средообразующие свойства растительных ресурсов в конструировании устойчивых агроэко систем / М.М. Тимофеев // Промышленная ботаника. – 2001. – Вип. 1. – С. 32–37.