

УДК 631.862.1

ТАРГОНЯ В.С., д-р с.-г. наук

КОЛОМІЄЦЬ Ю.В., канд. біол. наук

ОВЕРЧЕНКО В.В., канд. с.-г. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ АЛЬТЕРНАТИВ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО АГРОВИРОБНИЦТВА

Наведено результати досліджень комплексного використання біотехнологічних процесів в агротехнологіях біологічного виробництва на основі екологічного та біоенергетичного оцінювання і побудови компартментальних моделей.

Ключові слова: біологічне виробництво, біотехнологічні процеси, компартментальні моделі, біоенергетична ефективність, інтегроване екологічне землеробство, перспективи використання.

Постановка проблеми. Енергетична та екологічна криза спонукають до пошуку альтернативних енергоощадних та екологічно безпечних технологічних рішень сільськогосподарського виробництва. Комплексне використання біотехнологічних альтернатив (мікробіологічної ферментації біомаси, вермикомпостування, виробництва ентомологічних та мікробіологічних препаратів захисту рослин) є одним з перспективних напрямів подальшого розвитку агротехнологій [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні за останні десятиріччя розроблено та апробовано низку оригінальних агробіотехнологічних процесів та відповідного обладнання для виробництва агробіопрепаратів для біологічного захисту рослин, відновлення родючості ґрунтів. Зокрема, відпрацьовано та стандартизовано технологічний процес виробництва біогумусу [2], ентомологічного препарату трихограми [3]; розроблено та підготовано до серійного виробництва технологічні лінії промислового виробництва ентомологічних та мікробіологічних препаратів в умовах сільськогосподарських підприємств та районних біолабораторій [4], що поки що не має зарубіжних аналогів.

Мета роботи – встановити можливість створення високоефективного біологічного сільськогосподарського виробництва на основі комплексного використання вітчизняних розробок біотехнологічних альтернатив за рахунок досягнення синергетичного ефекту шляхом відновлення малого кругообігу речовин а агробіоценозах.

Матеріали та методика досліджень. Для проведення аналітичних досліджень було використано порівняльний біоенергетичний аналіз [5] традиційних індустриальних агротехнологій з біологізованими та інтегрованими агроекотехнологіями, а також методи побудови компартментальних моделей реальних екосистем [6].

Як базу для побудови компартментальної моделі варіантів агротехнологій використано гіпотетичний агровиробничий модуль, а саме: 1-го га чорнозему в Лісостеповій зоні України, на якому вирощують озиму пшеницю, а частину отриманого врожаю використовують для утримання 1-ї умовної голови худоби. Порівнювали існуючу індустриальну хімізовану технологію і нову – інтегровану агробіотехнологічну, як варіант комплексного використання біотехнологічних альтернатив.

Екологічне оцінювання проводили шляхом порівняння кількості ланок трофічного ланцюга та вмісту їх біомас у варіантах агротехнологій, а також порівняння значень цих показників з аналогічними показниками природних біоценозів.

При порівняльному біоенергетичному аналізі було розглянуто дві агротехнології вирощування озимої пшениці: традиційна індустриальна хімізована технологія [5]; гіпотетична інтегрована агроекотехнологія (комплексне використання біотехнологічних альтернатив).

Зміни максимально можливої врожайності озимої пшениці та коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування від типу агротехнології визначали на основі аналізу даних використання екологізованих і біологічних агротехнологій в господарствах України [7]. Значення енергетичних еквівалентів виконання біотехнологічних процесів та їх вірогідна ефективність взяті за результатами державних випробувань відповідного обладнання в реальних виробничих умовах [4].

Результати досліджень та їх обговорення. Кількість видів організмів та їх біомаси в інтегрованій екологічній агротехнології та індустріальній хімізованій агротехнології вирощування озимої пшениці наведено в таблиці 1, результати порівняльної біоенергетичної оцінки варіантів агротехнологій – в таблиці 2, а енергетичні потоки споживання, асиміляції, екскреції, продукування та дихання гетеротрофів в агроценозі за умови застосування біологічного захисту рослин і відновленні нормальної мікробіоти ґрунту – в таблиці 3.

Таблиця 1 – Кількість видів організмів та їх біомаси в інтегрованій екологічній агротехнології та індустріальній хімізованій агротехнології вирощування озимої пшениці

Ланка трофічного ланцюга агроценозу	Інтегрована екологічна агротехнологія		Індустріальна хімізована агротехнологія	
	кількість видів, шт.	сира біомаса, т/га	кількість видів, шт.	сира біомаса, т/га
Система продуцентів				
1. Агрокультура, в т. ч.: урожай:	1	19,0	1	11,9
-зерно		5,0		3,5
-солома		6,0		4,2
-поживні залишки і коріння		6,0		4,2
-виділення кореневої системи		2,0		1,4
2. Ґрунтові автотрофи (водорості)	>40	0,2	Практично відсутні	0
3. Рослини, які вирощують як фітоматеріал для ізолюваного культивування комах-шкідників для подальшого отримання ентомологічних препаратів	4	0,12	0	0
Система консументів				
4. Сільськогосподарські тварини	4	0,80	4	0,28
5. Шкідливі комахи	9	0,002	0 (знищені)	0
6. Корисні комахи-хижаки	5	0,004	0 (знищені)	0
Система редуцентів				
7. Мікроорганізми-редуценти	>120	17,0	>120	1,20
8. Детритофаги, споживачі мікроорганізмів	>40	1,82	>40	0,02
Всього	>183	38,946	>166	13,4

Таблиця 2 – Результати порівняльної біоенергетичної оцінки варіантів агротехнологій вирощування озимої пшениці

Показники	Фізичні одиниці, кг/га		Енергетичний еквівалент, МДж/кг	Витрати енергії, МДж/га	
	існуюча технологія	нова технологія		існуюча технологія	нова технологія
Витрачено					
Механізми, кг	72,6	84,8	29,20	2120	2476
Паливо, кг:	190	114	52,80	10032	6019
Електроенергія, кВт-год	34,7	40,6	12,00	416	487
Добрива, кг:					
-органічні: компост	7000	-	0,42	2940	-
біогумус	-	1000	2,07	-	2070
-мінеральні: азотні	150	-	86,80	13020	-
фосфорні	140	-	12,60	1764	-
калійні	90	-	8,30	747	-
Пестициди, кг:	13,4				
-інсектициди	0,6	-	365,00	219	-
-фунгіциди	1,8	-	272,60	490	-
-гербіциди	2,5	-	419,60	1049	-
-ретарданти	8,5	-	209,30	1779	-
Ентомологічні препарати, кг	-	0,001	30603,9	-	31
Біопрепарати, кг	-	20,0	17,17	-	343
Насіння, кг	220	220	20,00	-	4400
Праця людини, люд.-год	20,2	24,8	67,00	1353	1661
Всього				35929	17487

Одержано					
Урожай, кг:					
-зерно	3500-5000	3500-5000	19,13	66955-95650	66955-95650
-солома	4200-6000	4200-6000	17,20	72240-103200	72240-103200
Поживні залишки і коріння, кг	4200-6000	4200-6000	17,20	72240-103200	72240-103200
Виділення рослин, кг	1400-2000	1400-2000	17,20	24080-34400	24080-34400
Коефіцієнт енергетичної ефективності				1,86-2,66	3,82-5,47

Таблиця 3 – Енергетичні потоки споживання, асиміляції, екскреції, продукування та дихання гетеротрофів (споживачів отриманої рослинної продукції) в агроценозі за умови застосування біологічного захисту рослин і відновлення нормальної мікробіоти ґрунту

Найменування гетеротрофа	Споживання, %	Асиміляція, %	Екскреція, %	Продукція, % від асиміляції	Дихання, % від асиміляції
Система консументів					
Сільськогосподарські тварини	15,00	7,50	7,50	0,08	7,42
Комахи-шкідники	4,00	1,60	2,4	0,64	0,96
Комахи-ентомофаги	0,17	0,135	0,035	0,040	0,095
Система редуцентів					
Мікроорганізми-редуценти	42,65/ 136,38*	42,65/ 136,38*	0	17,05/ 54,55*	25,60/ 81,83*
Детритофаги	15,15	3,03	12,12	1,21	1,82
Споживачі мікроорганізмів	0,69	0,55	0,14	0,161	0,389
Сумарно	77,67	55,465	22,195	27,061	36,284
Товарна частина врожаю	22,34				
Всього	100,0	-	-	-	-
Енергетичні резервуари:					
Біомаса тварин	0,6	-	-	-	-
Біомаса мікробіоти ґрунту	7,32/ 74,395*	-	-	-	-

Примітка: * за умови використання редуцентами як джерела живлення мертвої органічної маси попередніх сезонів та внесених органічних добрив.

Основним споживачем і перетворювачем енергії фітомаси є система редуцентів (мікробіота ґрунту), яка споживає 58,4 % всієї фітомаси (див. табл.1). Система консументів у такому контрольованому агробіоценозі споживає лише 19,2 % фітомаси, а товарна частина врожаю зерна, яка покидає межі поля агробіоценозу становить 22,4 %. Тваринництво отримує 15,0 % енергії фітомаси, повертаючи її на поле у вигляді органічних добрив на рівні 7,5 %.

Як свідчать результати аналітичних досліджень, впровадження комплексного використання біотехнологічних альтернатив потребує додаткових затрат антропогенної енергії (356 МДж/га), яка втілена в оригінальному обладнанні для виробництва біогумусу, ентомологічних і мікробіологічних препаратів. Витрати електроенергії зростають на 71 МДж/га, а праці людини – на 308 МДж/га. Разом з тим, відмова від застосування агрохімікатів дозволяє зменшити енерговитрати на 19068 МДж/га. В цілому, коефіцієнт енергетичної ефективності нової агробіотехнології становить 3,82 проти 2,66, тобто в 1,4 раза більший (див. табл. 2). Такого підвищення енергетичної ефективності виробництва сільськогосподарської продукції досягають за рахунок відновлення малого кругообігу речовин в агробіоценозі, результатом якого є можливість збільшення за 3-5 років біомаси редуцентів з 1,22 до 18,80 т/га на фоні запропонованого комплексного використання біотехнологічних операцій.

Спрощена компартментальна модель перенесення енергії в агроценозах вирощування озимої пшениці на 1 га ріллі за інтегрованою екологізованою агротехнологією та за індустріальною хімізованою агротехнологією представлена на рис. 1.

Для наочності порівняння двох варіантів агротехнологій розглянуто випадок, коли індустріальна хімізована та інтегрована екологізована агротехнології використовуються досить тривалий час, тобто урожайність озимої пшениці за рахунок застосування агроекотехнології складає 50 ц/га проти 35 ц/га. Ємність енергетичних резервуарів представлена в тоннах сирової біомаси, для чого були використані результати екологічної оцінки варіантів технологій (див. табл. 1).

Аналіз представленої компартментальної моделі порівняння двох варіантів агротехнологій дозволяє пояснити з екологічної та біоенергетичної точок зору можливість та доцільність

створення постіндустріальних інтегрованих агроекотехнологій, які за своєю основною метою (отримання біологічної продукції землеробства з одночасним зменшенням енергетичних витрат, збереженням і відтворенням родючості ґрунту) протирічять існуючій парадигмі, а саме, двом основним екологічним законам (закону зменшення енерговіддачі в природокористуванні, а також закону ґрунтовтоми [8]).

Проте, інтегроване екологічне землеробство передбачає як і біологічне землеробство повну відмову від використання хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив. Воно базується, перш за все, на використанні агротехнічних і біотехнологічних прийомів відновлення малого кругообігу речовин в ґрунті, поверненню в трофічний ланцюг ланок, які характерні для природних біоценозів і передбачають відновлення втрачених в інтенсивному хімізованому землеробстві джерел і резервуарів енергії біомаси мікробіоти та гумусу ґрунту.

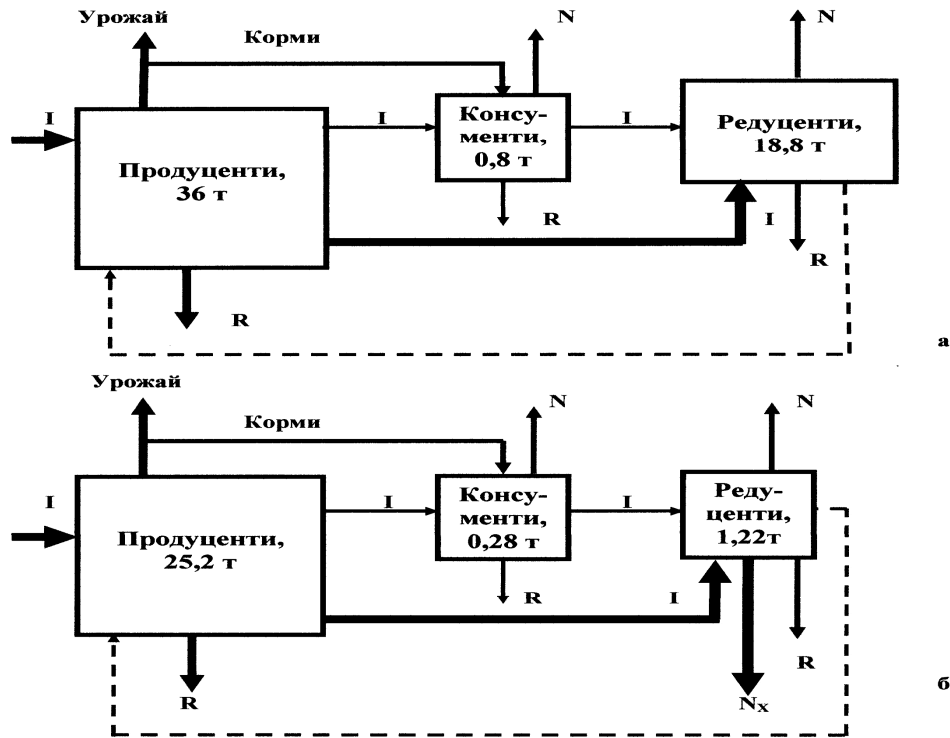


Рис. 1. Компартментальна модель перенесення енергії в агроценозах вирощування озимої пшениці на 1 га ріллі за інтегрованою агробіологізованою (а) та за індустріальною хімізованою (б) технологіями.

I – надходження енергії; R – втрати енергії на дихання; N – невикористана та неасимільована енергія;
 Nx – втрати енергії за рахунок знищення мікробіоти ґрунту та його ерозії.

Другим наріжним каменем інтегрованого екологічного землеробства є винесення на промислові майданчики значної частини мікробіологічних і біологічних процесів гуміфікації органічних мас у закриті й напівзакриті промислові реакторні системи, в яких швидкість редування в сотні й тисячі разів перевищує природну, а втрати за рахунок емісії біологічно активних речовин зведені до мінімуму. Крім того, інтегроване екологічне землеробство передбачає використання мікробіологічних добрив, які отримані на основі культивування мікроорганізмів, що притаманні нормальній природній мікрофлорі та сприяють відновленню родючості ґрунтів. Тобто, якщо в індустріальному хімізованому землеробстві до 45-50 % енергетичних потоків втіленої антропогенної енергії, яка направлена на підвищення врожаю шляхом інтенсивної експлуатації та знищення мікробіоти та гумусу ґрунту, потрапляли в агроценоз через сільськогосподарські машини і обладнання, то для ефективного використання інтегрованого екологічного землеробства необхідною вимогою є наявність таких машин і обладнання, які б дозволяли направити такі ж або більші енергетичні потоки антропогенної енергії на відновлення родючості ґрунтів і, як результат, підвищити врожайність з одночасним зменшенням енергетичних витрат за рахунок більш повного і ощадного використання біологічного потенціалу ґрунтів.

Висновки. 1. Сучасний рівень вітчизняних розробок агробіотехнологічних процесів та обладнання для їх реалізації, а також результати їх випробувань, дозволяють прогнозувати задовільну ефективність використання біотехнологічних альтернатив у постіндустріальних біологічних агротехнологіях. 2. Аналіз компартментальних моделей варіантів постіндустріальних агротехнологій, які передбачають комплексне використання національних розробок біотехнологічних альтернатив відновлення родючості ґрунту та біологічного захисту рослин, підтвержує можливість досягнення високоефективного біологічного виробництва з одночасним суттєвим зменшенням енергетичних витрат (до 40 %).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Погорілий Л. Шляхи стабілізації та відтворення потенціалу агроєкосистем /Л. Погорілий, В. Таргоня // Вісті Академії інженерних наук України. – 2003. – № 2. – С. 15–20.
2. Добрива органічні. Біогумус. Виробництво. Типовий технологічний процес: СОУ 24.15-37-506:2007 / – [Чинний від 2008–04–01] – К.: Мінагрополітики України, 2007. – 22 с. – (Стандарт Мінагрополітики України).
3. Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови: ДСТУ 5016:2008 / – [Чинний від 2009–01–01] – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с. – (Державний Стандарт України).
4. Таргоня В. Результати випробувань новітнього вітчизняного обладнання для виробництва біологічних засобів захисту рослин / В. Таргоня, В. Роженько, В. Клименко // Техніка АПК. – 2006. – № 6-7. – С. 18–20.
5. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с. – (Серія: Економія і бережливість).
6. Одум Е. Екологія / Е. Одум; пер. с англ. – М.: Просвещение, 1968. – 168 с.
7. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. М.К. Шикული; Націон. аграр. ун-т України. – К.: Оранта, 2000. – 389 с.
8. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурлуй. – К.: Либідь, 1993. – 304 с.

К вопросу использования биотехнологических альтернатив для биологического агропроизводства

В.С. Таргоня, Ю.В. Коломиец, В.В. Оверченко

Приведены результаты исследований комплексного использования биотехнологических процессов в агротехнологиях биологического производства на основе экологической и биоэнергетической оценок и построения компартментальных моделей.

Ключевые слова: биологическое производство, биотехнологические процессы, компартментальные модели, биоэнергетическая эффективность, интегрированное экологическое земледелие, перспективы использования.

To question of the use of biotechnological alternatives for biological agro productions

V. Targony, Y. Kolomiets, V. Overchenko

The results of researches of the complex use of biotechnological processes are resulted in agro technologies of biological production on the basis of ecological and biotpower evaluation and construction of kompartmental models.

Keywords: biological production, biotechnological processes, kompartmental models, biotpower efficiency, ecological agriculture, prospects of the use, is computer-integrated.