

5. На основі проведених досліджень розроблено принципову технологічну схему обробки та утилізації висококонцентрованих стоків. Визначено, що проведення ферментації при запропонованих параметрах дозволить самозабезпечити процес бродіння необхідною енергією та отримати додаткову енергію.

6. Для доочищення зброджених стоків рекомендується двоступенева схема аерації з регенерацією активного мулу.

Подальші дослідження будуть базуватися на визначенні показників метанової ферментації стоків тваринницьких ферм в безперервному режимі.

Література

1. Гелетуха Г. Впровадження біогазових установок в сільському господарстві / Г. Гелетуха // Пропозиція. – 2000. – № 6. – С. 26–27.

2. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв : підручник / А. К. Запольський. – К. : Вища шк., 2005. – 423 с.

3. Перспективи виробництва біогазу з сумішей гнойових відходів тваринництва та рослинної сировини в Україні / П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвєєв, Т. В. Ходаківська, М. Б. Грабовський // Пром. теплотехніка. – 2013. – Т. 35, № 1. – С. 107–113.

4. Мельничук М. Д. Основи біотехнології рослин : підручник / М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, Б. О. Левенко. – К. : НАУ, 2000. – 248 с.

УДК 633.584.3:631.58

Л. Д. Романчук

д. с.-г. н.

Л. Б. Борисюк

аспірант*

О. В. Швайка

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

СТІЙКІСТЬ АГРОЦЕНОЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Приведені результати оцінки рівня стійкості агроценозу енергетичної верби, вирошеного на рекультивованих землях в зоні Полісся України після добування ільменітових пісків. Проаналізовано наявність та характер достовірних кореляцій в системі «грунт-мікроорганізми-рослина» залежно від технологічних прийомів. Встановлено, що найбільш насиченим екологічними зв'язками, і, відповідно, більш стійким, є ценоз енергетичної верби, утворений за мульчування поверхні ґрунту.

Ключові слова: енергетична верба, стійкість, агроценоз, рекультивовані землі, екологічні зв'язки.

© Л. Д. Романчук, Л. Б. Борисюк, О. В. Швайка

*Науковий керівник доктор с.-г. наук професор Л. Д. Романчук

Постановка проблеми

Ріст та розвиток рослинного організму в значному ступені є відображенням як ґрунтової родючості, так і характеру тих взаємовідношень, які прийнято називати екологічними, з точки зору адекватності умов середовища вимогам культури. Направленість процесів, що протікають в орному шарі ґрунту, впливає не тільки на продуктивність культивованих рослин, але і стійкість ценозу. Тому зміни, викликані свідомим втручанням людини у продукційний процес, повинні мати позитивний вплив на екологічний стан агроєкосистеми.

Формування стійких агроценозів є важливим технологічним завданням та важливою передумовою високої продуктивності культури. Значна частина факторів формування стійкості агроєкосистеми визначаються природними процесами пертиненції, які характерні для ґрунтів з непорушеною структурою.

При рекультивації порушених земель одним з завдань біологічного етапу є активізація біологічних процесів з метою відновлення тих взаємозв'язків, що відновлюють рівень родючості ґрунту та стійкості даного рослинного угруповання до негативних чинників природно-антропогенного характеру. Оскільки рекультивовані техноземи втратили численні природні характеристики непорушених ґрунтів, то агроєкосистеми, сформовані на таких ґрунтах, є малостійкими до деградаційних чинників.

З метою посилення явища пертиненції в культивованих техноземах, і, відповідно, відновлення стійкості агроценозів, нами досліджувався вплив різних технологічних прийомів на характер зв'язків в системі «ґрунт-мікроорганізми-рослина» агроценозу енергетичної верби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Кожна природна екосистема має свій діапазон оптимальних флуктацій і володіє певним запасом стійкості. Відхилення реального ходу умов від ідеального, природно обумовленого, відображається на розвитку системи [1]. Такий принцип діє як у природних, так і штучних системах. Тому в основі конструювання стійких агроєкосистем повинен лежати адаптивний підхід, який передбачає активізацію їх біологічного потенціалу і який має стати основою застосовуваних агротехнологій [2]. Пропонується в якості критерію оцінки екологічної ефективності технологічних прийомів використовувати наявність взаємозв'язків між біотичними та абіотичними компонентами екологічних систем, оскільки їх кількість та характер є показником реакції системи на зовнішні впливи [3]. Відомо, що природним екосистемам властива висока насиченість міжкомпонентними зв'язками. Провідну роль в перетвореннях взаємозв'язків відіграє варіювання відповідних факторів – у природних ценозах переважно кліматичних, в агроценозах до них додаються чинники антропогенного характеру.

Зважаючи на вищезазначене, основним завданням проведеного дослідження було проаналізувати характер взаємозв'язків в агроценозі верби енергетичної за різних технологічних прийомів вирощування.

Мета, завдання та методика досліджень

Дослідження проводилися у 2015–2016 рр. на земельній ділянці, технічно рекультивованій після добування ільменітового піску Іршанським ГЗК. Місце розташування об'єкта досліджень – с. Лісівщина Коростенського району Житомирської області. Загальна площа досліджуваної ділянки – 1450 м².

Варіанти досліду включали 4 сорти енергетичної верби (фактор А) однорічного віку:

I варіант – *Salix viminalis* var. *gigantea* (Польща)

II варіант – *Salix Tordis* (Швеція)

III варіант – *Salix viminalis* L. (Україна) сорт Панфілівська 2.

IV варіант – *Salix triandra* L. (Україна) сорт Панфілівська.

Досліджувалась реакція даних сортів на наступні агротехнічні прийоми (фактор В): I – внесення під рослини щорічно 4 т/га компосту гуміфікованого, II – проведення мульчування поверхні ґрунту сіном злаково-бобової травосумішки (райграс пасовищний і конюшина червона) з розрахунку 5 т/га.

За контроль взята ділянка, на якій були проведені роботи у відповідності до проекту рекультивації території. Було нанесено гумусовий горизонт потужністю 0,22 м за рахунок родючого ґрунту, що зберігався у відвалах.

Ґрунт досліджуваної ділянки характеризувався наступними показниками: вміст гумусу та гідролізованого азоту – дуже низький (<2,0% та <100 мг/кг відповідно), вміст рухомого фосфору варіював від середнього до високого (51–25 мг/кг), вміст обмінного калію – низький (41–80 мг/кг), рН в межах 6,0–7,1, ступінь насиченості основами – високий (>90%).

Визначення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів проводили за загальноприйнятими методами мікробіологічних досліджень [4]. Вміст загальної мікробної біомаси визначали регіраційним методом. Інтенсивність дихання ґрунту визначали абсорційним методом Штатнова.

Вміст рухомих сполук важких металів Cu, Zn, Pb, Cd визначали за ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.2:2007, ДСТУ 4770.9:2007, ДСТУ 4770.3:2007 відповідно.

Для оцінки стійкості агроценозу верби енергетичної на рекультивованих землях за різних технологічних прийомів нами застосовувався метод кореляційних плеяд [5].

Результати досліджень

Агроценоз верби енергетичної розглядався нами з системних позицій у вигляді тріади наступних компонентів-підсистем: ґрунтової, мікробної та

рослинної. В свою чергу, кожна з підсистем була представлена набором елементів-показників екологічного стану відповідного блоку. Зокрема, ґрунтова підсистема характеризувалася вмістом у рекультивованому ґрунті важких металів, мікробна – набором показників, що визначають мікробіологічну активність ґрунту в ризосфері верби, рослинна – набором морфологічних ознак рослин.

У зв'язку з цим нами була складена матриця достовірних коефіцієнтів кореляції між елементами компонентів агроценозу верби (табл. 1).

Таблиця 1. Матриця достовірних коефіцієнтів кореляції ($r \geq 0,58$) між показниками, що характеризують екологічний стан системи «ґрунт-мікроорганізми-рослина» агроценозу верби енергетичної

Показники	Мідь	Цинк	Свинець	Кадмій	Амоніфактори	Мікроміцети	Біомаса мікроорг.	Виділення CO ₂	Azotobacter	Стрептоміцети	Висота рослини	Висота бокових пагонів	Вага пагонів	Кількість коренів	Довжина коренів	Вага коренів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Контроль																
1	*															
2	-	*														
3	-0,88	-	*													
4	-	0,71	-	*												
5	0,75	-0,65	-	-	*											
6	-0,80	-	0,78	-	-	*										
7	0,90		-0,98	-	-	-0,89	*									
8	-	0,80	-	-	-0,60	-	-	*								
9	-	-0,87	-	-	-	0,70	-0,58	-0,97	*							
10	-	0,86	-	0,93	-	-	-	-	-	*						
11	-0,83	-	1,00	-	-	0,76	-0,97	-	-	-	*					
12	-0,89	-	0,99	-	-	0,84	-0,99	-	-	-	0,99	*				
13	-0,62	-	0,86	-	-	0,84	-0,89	-0,83	0,87	-	0,89	0,89	*			
14	-	-	0,66	0,78	-	-	-	-	-	0,59	0,70	-	-	*		
15	-	-	0,84	-	-	0,60	-0,80	-0,83	0,78	-	0,88	0,83	0,93	0,82	*	
16	-0,67	-0,60	0,84	-	-	0,92	-0,90	-0,78	0,87	-	0,86	0,88	0,98	-	0,83	*
Компост																
1	*															
2	-	*														
3	0,72	-0,73	*													
4	-	-0,87	0,71	*												
5	-	-	-	-	*											
6	-0,95	-	-0,60	-	-	*										
7	-0,72	0,84	-0,98	-0,76	-	0,66	*									
8	-0,80	-	-0,68	-	-0,77	0,59	-	*								
9	-	-0,73		0,77	-	-	-	0,62	*							
10	-	-0,77	0,86	0,94	-	-	-0,85	-	-	*						
11	0,77	-	-	-	-	-0,75	-	-0,63	-0,73	-	*					
12	0,82	-	-	-	-	-0,75	-	-0,77	-0,77	-	0,98	*				
13	0,90	-	-	-	-	-0,92	-	-0,62	-	-	0,95	0,93	*			

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
14	-	0,67	-0,64	-0,95	-	-	0,63	-	-0,66	-0,94	0,68	-	-	*		
15	-	0,67	-	-0,90	-	-	-	-	-0,90	-0,76	0,85	0,81	0,65	0,91	*	
16	0,82	-	-	-	-	-0,91	-	-	-	-	0,91	0,85	0,98	-	0,63	*
Мульча																
1	*															
2	-	*														
3	-	-0,86	*													
4	-	-	-	*												
5	-0,76	-	-0,78	-	*											
6	0,77	-	0,68	0,67	-0,83	*										
7	-	-	-	0,93	-	0,87	*									
8	-	0,77	-0,95	-	0,64	-0,72	-0,71	*								
9	-	0,66	-	0,82	-	-	0,68	-	*							
10	-	-0,81	0,68	-	-0,63	-	-	-	-0,75	*						
11	-0,70	-	-	-0,89	-	-0,78	-0,86	-	-0,94	-	*					
12	-	-	-0,97	-	-0,64	-0,87	-	-0,94	0,67	0,95		*				
13	-	-	-	-0,90	-	-0,64	-0,80	-	-0,98	0,67	0,98	0,98	*			
14	-0,88	-	-	-0,72	0,63	-0,90	-0,81	-	-0,81	-	0,94	0,80	0,86	*		
15	-	-0,59	-	-0,89	-	-	-0,68	-	-0,93	0,87	0,83	0,94	0,92	0,60	*	
16	-	-0,58	-	-0,90	-	-	-0,75	-	-0,98	0,77	0,93	0,98	0,99	0,76	0,97	*

Аналіз таблиці 1 засвідчує, що між вказаними показниками існує ціла низка достовірних прямих та обернених залежностей, кількість яких залежно від варіантів досліджу варіював в межах 57–67 шт. Найбільш насиченим екологічними зв'язками виявився ценоз, утворений за мульчування поверхні ґрунту (табл. 2). Достовірної різниці між контролем та варіантами за внесення компосту не встановлено. Однак, незважаючи на це, характер зв'язків, їх направленість змінюється за застосування певного агроприйому. Так, якщо на контролі прямих зв'язків виявлено 62%, то, за внесення компосту, їх кількість знижується до 49%, а за мульчування – до 46%, тобто в додатково регульованому середовищі роль обернених кореляцій зростає.

Загальний рівень структурної інтеграції досліджуваних агросистем, за внесення компосту, знаходився на рівні контролю (48%), а за мульчування – становив 56%. Отже, мульчування поверхні рекультивованих земель в агроценозі верби енергетичної сприяє зростанню його стійкості, і, відповідно, поліпшує цілісність екологічної системи.

Таблиця 2. Кількісна характеристика кореляційних матриць залежно від варіанту досліджу

Показники	Варіант					
	контроль		компост		мульча	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Загальна кількість достовірних коефіцієнтів кореляції	58	100	57	100	67*	100
З них:						
- прямих	36	62	28*	49	31*	46
- обернених	22	38	29*	51	36*	54
Коефіцієнт структурної інтеграції, %	48		48		56*	

* достовірна різниця відносно контролю при $p < 0,05$.

Поглиблений аналіз структури встановлених зв'язків показав, що їх характер яких змінюється залежно від технології вирощування (табл. 3).

Таблиця 3. Структура зв'язків агроценозу верби енергетичної за різних технологій вирощування

Тип зв'язків	Варіант		
	контроль	компост	мульча
Міжкомпонентні зв'язки			
Мікроорганізми-рослина	17	14	22
Грунт-мікроорганізми	10	13*	12*
Грунт-рослина	12	9*	10*
Всього	39	36*	44*
Внутрішньоконпонентні зв'язки			
Мікроорганізми-мікроорганізми	5	5	8*
Грунт-грунт	2	4*	1*
Рослина-рослина	12	12	14*
Всього	19	21	23*
Разом	58	57	67*

* достовірна різниця відносно контролю при $p < 0,05$.

Так, виявлено, що при внесенні компосту порівняно з контролем кількість міжкомпонентних зв'язків достовірно зменшується на 3 одиниці, а при мульчуванні – зростає на 5 одиниць. Щодо внутрішньоконпонентних зв'язків, то за внесення компосту, на відміну від мульчування, їх кількість зростає несуттєво. Таким чином, можна припустити, що реакція агроєкосистеми на зовнішні впливи проявляється через перегрупування наявних зв'язків, що є свідченням пластичності системи. У зв'язку з цим вважаємо, що запас міцності агроценозу верби енергетичної, вирощеного на порушених землях доцільно шукати у механізмах міжкомпонентних відносин.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Застосування в агроценозі верби енергетичної певного агроприйому (внесення компосту, мульчування) змінює направленість екологічних зв'язків у системі «грунт-мікроорганізми-рослина». Встановлено, що в додатково регульованому середовищі роль обернених кореляцій зростає.

2. Резерви відновлення стійкості агроценозу верби енергетичної, вирощеної на порушених землях, необхідно шукати у конструюванні міжкомпонентних зв'язків тріади «грунт-мікроорганізми-рослина».

3. Мульчування поверхні рекультивованого ґрунту в агроценозі верби енергетичної сприяє зростанню його стійкості, і, відповідно, підвищує цілісність агроєкосистеми.

У подальших дослідженнях планується встановити залежність біологічної активності ґрунту від агроєкологічних характеристик технозему.

Література

1. Керженцев А. С. Функциональная экология / А. С. Керженцев ; Ин-т фундамент. проблем биологии РАН. – М. : Наука, 2006. – 259 с.
 2. Тарарико Ю. А. Формирования устойчивых агроэкосистем / Ю. А. Тарарико. – К. : ДИА, 2007. – 560 с.
 3. Швайка О. В. Аналіз функціональних зв'язків між агроеколого-гічними показниками ґрунту залежно від внесення доз мінеральних добрив / О. В. Швайка, Б. В. Борисюк, Л. І. Ворона // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. – 2009. – Вип. 70. – С. 94–98.
 4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – 304 с.
 5. Терентьев П. В. Метод корреляционных плеяд / П. В. Терентьев // Вестн. ЛГУ. – 1959. – № 9. – С. 137–141.
-
-

УДК 633.2: 631.61

М. Д. Зосимчук

к. с.-г. н.

Сарненська дослідна станція, Рівненська область

С. В. Скрипніченко

к. с.-г. н.

Г. В. Скиба

к. т. н.

І. Г. Коцюба

к. т. н.

Житомирський державний технологічний університет

**ПРОДУКТИВНІСТЬ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ТА НАКОПИЧЕННЯ НИМИ
РАДІОНУКЛІДУ ¹³⁷Cs НА ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИХ ҐРУНТАХ
РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Викладені результати досліджень зі встановлення впливу агроекологічних заходів вирощування багаторічних трав на їх продуктивність в умовах радіоактивного забруднення на осушуваних торфових ґрунтах. Досліджено низку досі мало поширених у виробництві видів багаторічних трав у одновидових посівах, виявлені особливості формування високої урожайності багаторічних трав при їх вирощуванні у поєднанні з різним режимом скошування, залежно від удобрення, погодно-кліматичних умов. Встановлено різницю в показниках питомої активності ¹³⁷Cs між різними видами багаторічних трав

Ключові слова: осушувані торфові ґрунти, багаторічні трави, режим скошування, цикл використання, радіонуклід, коефіцієнт переходу радіонуклідів.