



Національний університет  
водного господарства та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

**05-01-41**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної  
дисципліни “Біологічні системи землеробства”  
студентами напряму підготовки 6.090101  
“Агрономія” денної форми навчання

Рівне – 2016



Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни “Біологічні системи землеробства” студентами напряму підготовки 6.090101 “Агрономія” денної форми навчання / Трушева С.С. – Рівне: НУВГП, 2016. – 28 с.

**Упорядник:** С.С.Трушева, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

**Відповідальний за випуск:** С.Т. Вознюк, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

### З М І С Т

	стр.
<b>Практична робота № 1.</b> Оцінка екологічної стійкості агроландшафтів .....	3
<b>Практична робота № 2.</b> Оптимізація природних і сільгоспугідь в ландшафті.....	9
<b>Практична робота № 3.</b> Баланс поживних речовин за різних систем землеробства.....	12
<b>Практична робота № 4.</b> Баланс гумусу в ґрунтах господарства за різних систем землеробства .....	14
<b>Практична робота № 5.</b> Технологія No-till.....	16
<b>Практична робота № 6.</b> Практика No-till.....	23
Література .....	28

© Трушева С.С., 2016

© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2016



## Практична робота № 1. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою оцінки рівня антропогенної перетвореності агроландшафту та його екологічної стійкості.

Нестійкість і недостатня продуктивність сучасного землеробства є наслідком ряду невирішених економічних і екологічних проблем. Порушення збалансованості окремих елементів агроландшафтів, у т.ч. співвідношення площ ріллі, природних угідь, лісових і водних ресурсів, ускладнення соціально-економічної ситуації призвело до суттєвої деградації агроландшафтів і ґрунтового покриву. Отже, потрібні негайні заходи щодо удосконалення сучасного стану агроландшафтів, введенню ґрунтозахисних, заснованих на екологічних принципах і адаптованих до конкретних природних і соціально-економічних умов, систем землеробства.

**Під агроландшафтами** слід розуміти *природно-господарські територіальні системи сільськогосподарського призначення*. Вони складаються з географічної оболонки, що в свою чергу є сукупністю природних елементів з різною ступінню антропогенного навантаження, в т.ч. орних сільськогосподарських угідь.

Сучасні агроландшафти створені з різних елементів агроєкосистем, у т.ч. ріллі, сіножатей, пасовищ, багаторічних насаджень, незначних за площею ареалів лісів, чагарників, природних лук, боліт, торфовищ, а також доріг, комунікацій і споруд. Вони складають структуру агроландшафту і екологічне різноманіття, які обумовлюють його стабільність і продуктивність.

**Стійкість агроландшафту** – це здатність підтримувати задані виробничі і соціальні функції, зберігаючи біосферні.

Екологічну стійкість агроландшафту визначають:

- оптимальний водний режим, управління його витратними статтями, особливо поверхневим стоком під час екстремальних періодів, водовіддача;
- стабільна родючість ґрунтів, попередження їх деградації, в першу чергу, процесів ерозії;
- оптимальна структура земельних угідь;



- створення умов для існування різноманітної природної флори і фауни.

Порушують стабільність агроландшафту:

- висока розораність ландшафтів, що обумовлює не тільки прискорення ерозії, але й їх деградацію, порушення стану водних ресурсів;
- ерозійні процеси, які руйнують не тільки ґрунти, а й довкілля в цілому;
- нераціональне використання схилених земель, що прилягають до гідрографічної мережі;
- від'ємний баланс органічної речовини і біогенних елементів;
- техногенне надходження ксенобіотиків;
- понаднормове урбанізаційне і рекреаційне навантаження.

На відміну від природних екосистем, котрі орієнтовані на виживання за допомогою природних механізмів, агроекосистеми орієнтовані на урожайність та якість продукції в режимі, заданому людиною. Екологічна стійкість перших значно вище, ніж других. Це визначає особливий інтерес до механізмів природної стійкості, їх використанню при формуванні агроландшафтів. В основі цих механізмів лежить біологічний кругообіг речовин за великого видового різноманіття і високої чисельності організмів, що є головним фактором забезпечення стійкості. В більшості агроценозів біологічна продуктивність менше, ніж в природних ценозах, особливо значні відмінності за загальними запасами фітомаси. Поповнення запасів органічної речовини, підвищення біогенності ґрунтів – загальні умови підвищення стійкості агроландшафтів.

Для розробки заходів по стабілізації агроландшафтів спочатку необхідно оцінити ступінь його антропогенної перетвореності. Усі розрахунки будуть проведені в формі табл.1.1.

Отримавши вихідні дані, розраховують відсоток кожного елемента агроландшафту від загальної площі  $F_{\text{заг}}$ .

Для оцінки ступеня антропогенної перетвореності використовуємо методику К.Г.Гофмана [4], згідно якої кожному елементу агроландшафту надається відповідний ранг антропогенного впливу ( $R_i$ ).



Таблиця 1.1

Оцінка ступеня антропогенної перетвореності агроландшафту

№ з/п	Елементи агроландшафту	F		R <sub>i</sub>	I <sub>ан</sub>	I <sub>гп</sub>	K <sub>ані</sub>	K <sub>ан</sub>	Ступінь перетвореності
		га	%						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Природні охоронні території			1		1,0			
2	Ліси			2		1,05			
3	Болота та заболочені землі			3		1,10			
4	Луки, пасовища			4		1,15			
5	Сади, виноградники			5		1,20			
6	Рілля, городи			6		1,25			
7	Сільська забудова			7		1,30			
8	Міська забудова			8		1,35			
9	Водосховища, канали			9		1,40			
10	Землі промислового призначення			10		1,50			
	Разом	F <sub>заг</sub>	100				Σ=		

Визначаємо індекс антропогенної перетвореності агроландшафту ( $I_{ан}$ ) як добуток рангу кожного елементу на частку його площі у відсотках:

$$I_{ан} = F_i \times R_i \quad (1.1)$$

З метою урахування глибини антропогенної перетвореності агроландшафту “вага” кожного елементу визначається експертним методом, розробленим П.Г.Шищенком [9]. Індекс глибини перетвореності  $I_{гп}$  приймаємо згідно з даними графі 7 табл. 1.1.

Визначаємо коефіцієнт антропогенної перетвореності  $i$ -го елементу агроландшафту ( $K_{ані}$ ):



$$K_{ani} = \frac{I_{ani} \times I_{zni}}{100} \quad (1.2)$$

Визначаємо сукупний коефіцієнт антропогенної перетвореності агроландшафту:

$$K_{an} = \sum_{i=1}^n K_{ani} \quad (1.3)$$

Оцінюємо ступінь антропогенної перетвореності агроландшафту за шкалою Шищенко П.Г.:

$K_{an} \leq 3,80$  – слабо перетворений

$K_{an} = 3,81 - 5,30$  – перетворений

$K_{an} = 5,31 - 6,50$  – середньо перетворений

$K_{an} = 6,51 - 7,40$  – сильно перетворений

$K_{an} > 7,40$  – дуже сильно перетворений.

Далі проводимо кількісну та якісну оцінку екологічної стійкості агроландшафту за методикою словацьких вчених Е.Клементової, В.Гейніге [6]. Кількісна оцінка здійснюється шляхом розрахунку коефіцієнту екологічної стабілізації ландшафту (КЕСЛ) за формулою:

$$КЕСЛ_1 = \frac{\sum_{i=1}^n F_{cm}}{\sum_{i=1}^n F_{ncm}} \quad (1.4)$$

де  $F_{cm}$  – площа стабільних елементів агроландшафту, га;  $F_{ncm}$  – площа нестабільних елементів агроландшафту, га.

Дані розрахунків заносимо в табл. 1.2.

Агроландшафт як територіальне ціле оцінюється за наступною шкалою:

$КЕСЛ_1 \leq 0,5$  – нестабільний, з яскраво вираженою нестабільністю

$КЕСЛ_1 = 0,51 - 1,0$  - нестабільний

$КЕСЛ_1 = 1,01 - 3,0$  – умовно стабільний

$КЕСЛ_1 = 3,01 - 4,5$  – стабільний

$КЕСЛ_1 > 0,51 - 1,0$  – стабільний, з яскраво вираженою стабільністю.

Якісна оцінка екологічної стійкості агроландшафту характеризується коефіцієнтом екологічної стабілізації біотехнічних елементів і агроландшафту в цілому –  $КЕСЛ_2$ .



Таблиця 1.2

Кількісна оцінка екологічної стійкості агроландшафту

№ з/п	Характер стабільності елементів агроландшафту	Елементи агроландшафту	F, га	КЕСЛ <sub>1</sub>	Оцінка
1	Стабільні	Ліси			
		Лісосмуги			
		.....			
		.....			
			$\Sigma=$		
2	Нестабільні	Рілля			
		.....			
		.....			
			$\Sigma=$		

Біотехнічні елементи агроландшафту неоднаково впливають на його стійкість. Для оцінки цього впливу необхідно знати не тільки площу, яку вони займають, але й їх внутрішні властивості та якісний стан. Тому до уваги приймають наступні характеристики: вологість та профіль біотопу; структуру біомаси, фіксацію енергії, регіональну цінність території, місце розташування і морфологію поверхні тощо. Значення біотехнічних елементів агроландшафту наведені в табл.1.3.

Таблиця 1.3

Екологічне значення біотехнічних елементів агроландшафту

Біотехнічні елементи	Кез
Площа забудови, відчуження під шляхову мережу	0,0
Рілля	0,14
Виноградники	0,29
Фруктові сади, акації	0,43
Лісосмуги (хвойні породи)	0,38
Городи	0,50
Луки	0,62
Лісосмуги (листяні породи)	0,63
Пасовища	0,68
Водойми й водотоки, болота	0,79
Природні ліси	1,00

Коефіцієнт КЕСЛ<sub>2</sub> розраховується за формулою:



$$КЕСЛ_2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \times K_{e3} \times K_2}{F_{заг}} \quad (1.5)$$

де  $f_i$  – площа біотехнічного елемента, га;  $K_{e3}$  – коефіцієнт екологічного значення біотехнічного елемента агроландшафту;  $K_2$  – коефіцієнт геолого-морфологічної стійкості рельєфу ( $K_r=1$  для стабільного рельєфу;  $K_r=0,7$  – для нестабільного);  $F_{заг}$  – загальна площа біотехнічних елементів агроландшафту, га.

Розрахунки зводимо в табл.1.4.

Таблиця 1.4

Якісна оцінка екологічної стійкості агроландшафту

№ з/п	Біотехнічні елементи	$f_i$ , га	$K_{e3}$	$K_r$	$f_i \cdot K_{e3} \cdot K_r$	КЕСЛ <sub>2</sub>	Оцінка
1							
2							
3							
4							
5							
n							
		$\Sigma=$			$\Sigma=$		

Оцінка здійснюється згідно наступної шкали:

КЕСЛ<sub>2</sub> ≤ 0,33 – нестабільний ландшафт

КЕСЛ<sub>2</sub> = 0,34 – 0,5 – мало стабільний

КЕСЛ<sub>1</sub> = 0,51 – 0,66 – середньо стабільний

КЕСЛ<sub>1</sub> > 0,66 – стабільний.

**З а в д а н н я**

1. Визначити ступінь антропогенної перетвореності агроландшафту, виходячи з вихідних даних.
2. Здійснити кількісну та якісну оцінку екологічної стійкості агроландшафту. Графічно представити структуру агроландшафту.
3. Зробити загальний висновок за результатами розрахунків.





## Практична робота № 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИРОДНИХ І СІЛЬГОСПУГІДЬ В ЛАНДШАФТІ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою встановлення нормативів оптимального співвідношення природно-сільськогосподарських угідь в господарстві.

Антропогенні ландшафти характеризуються вилученням значної кількості біогенних речовин і втратили здатність до саморегуляції. Зниження негативних наслідків інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва можливо шляхом оптимізації ландшафтів, тобто встановлення співвідношення окремих його складових частин: поле, сіножаті – пасовище, лісові насадження, водне середовище, а також їх розміщення на території з метою отримання максимального виходу корисної продукції, збереження і підвищення родючості ґрунту і охорони навколишнього середовища.

Характер мікроклімату, а також здатність сільськогосподарської території протистояти посухам і водноерозійним процесам обумовлюються особливостями не тільки орних ґрунтів, але й оточуючого ландшафту. Нормативи оптимального співвідношення природно-антропогенних угідь поки що не встановлені, проте розрахунки показують [3], що розораність території понад 60% є екологічно небезпечною і слугує дестабілізуючим фактором в агроєкосистемі.

Обробіток ґрунту на схилах, особливо відвальний, призводить до посилення ерозійних процесів, при цьому зростає вміст неагрегованих ґрунтових часток. Так, в лісостеповій зоні, із зростанням змитості ґрунтів і втрат гумусу  $\Gamma$  (%) знижується коефіцієнт агрегованості чорноземних і сірих лісових ґрунтів  $K_a$ :

$$K_a = 13,04 \times \Gamma - 5,6 \quad r = 0,9 \pm 0,04 \quad (2.1)$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції і його похибка.

Із рівняння 2.1 видно, що чим вище вміст гумусу в орному шарі, тим більше в ньому агрегованих часток. З іншої сторони, чим більше агрегованих ґрунтових часток, тим вище водопроникність ґрунту ( $i_b$ , мм/год):

$$I_b = 0,024 \times K_a - 0,33 \quad \text{при } 14 < K_a < 77\% \quad (2.2)$$



Ерозійні процеси сприяють збільшенню вмісту неагрегованих ґрунтових часток, що призводить, у відповідності до другого закону термодинаміки, до збільшення ентропії ґрунту і зниження стійкості агроєкосистеми. Тому для аналізу мінімальних і максимальних навантажень на ґрунт може використовуватися принцип “золотого перерізу”, якому підпорядковуються екосистеми з високим ступенем упорядкованості складових елементів, тобто з мінімальним значенням ентропії. Для стійкої екосистеми відносна ентропія (мінімальна ентропія  $E_{\min}$  віднесена до максимальної  $E_{\max}$ ) відповідає “золотому перерізу” і дорівнює 0,382:

$$\frac{E_{\min}}{E_{\max}} = 0.382 \quad (2.3)$$

Це означає, що природно-антропогенна система досягне стійкості тоді, коли ступінь безладдя (площа сільгоспугідь) буде складати 0,382 (38,2%) від цілого, а ступінь упорядкованості (площа природних територій) – 0,618 (61,8%).

Виходячи з цього, ріллю можна розглядати в якості дезорганізуючого фактору, тобто зі збільшенням розораності території її ентропія зростає. Наприклад, залежність площі еродованих чорноземних і сірих лісових ґрунтів ( $F_e$ ) від частки площі ріллі на схилі понад  $2^\circ$  ( $F_{1>2}$ ) виражається рівнянням:

$$F_e = 0,509 \times F_{1>2} + 4,1 \quad r = 0,77 \pm 0,05 \quad (2.4)$$

Високий коефіцієнт кореляції рівняння засвідчує, що еродованість ґрунтів є результатом надмірної розораності екологічно небезпечних в ерозійному відношенні схилів. Ці розрахунки показують, що радикальне скорочення площі ріллі неминуче і буде виправленням помилок, яких припустилися раніше.

Західні країни, в умовах посиленої ерозії, неодноразово скорочували площі орних земель. Наприклад, Швеція на 11% у 1940 р., США на 8 та 11% у 1936 та 1985 рр. Сучасна розораність території доведена в Польщі до 46%, в Англії до 28%, в Болгарії до 34%.

Вирішення проблеми оптимального співвідношення природних і сільгоспугідь повинно виходити з того, що для кожного агроландшафтного регіону співвідношення природно-антропогенних угідь суворо індивідуально; вибір територіальної одиниці для проведення аналізу визначається поставленою метою;



важливо не тільки встановити оптимальне співвідношення угідь, але й мінімально необхідну площу індивідуального природного біогеоценозу.

Одним з основних умов формування екологічно безпечних природно-антропогенних ландшафтів є положення про те, щоб середньозважені в ландшафті величини середньобагаторічного стоку  $H$  (мм) і змиву ґрунту  $M$  (т/га) дорівнювали (або менше) допустимого стоку  $dH$  (мм) і допустимим ерозійним втратам ґрунту  $dM$  (т/га рік):

$$\frac{H_p \cdot f_n \cdot H_l \cdot f_l + H_u \cdot f_u}{f_p + f_l + f_u} \leq dH \quad (2.5)$$

$$\frac{M_p \cdot f_n \cdot M_l \cdot f_l + M_u \cdot f_u}{f_p + f_l + f_u} \leq dM \quad (2.6)$$

де  $f_p, f_l, f_u$  – відповідно площа ріллі, лісу й лісонасаджень, цілини, % або га;  $H_p, H_l, H_u$  – середньобагаторічний стік з цих угідь, мм;  $M_p, M_l, M_u$  – середньобагаторічний змив з ріллі, лісовкритих територій та цілини, т/га.

та природокористування

### З а в д а н н я

1. Встановити нормативи оптимального співвідношення природно-сільськогосподарських угідь у фермерському господарстві, виходячи з вихідних даних (табл. 2.1-2.3).

Таблиця 2.1

Структура земельного фонду фермерського господарства на чорноземі сильновилугованому малогумусному важкосуглинковому

Вид угідь	Площа, f	
	га	%
Рілля:		
слабозмита	461	75,1
середньозмита	34	5,5
Ліс і лісові насадження	3	0,5
Цілина	116	18,9



Таблиця 2.2

Допустимий стік і допустимі ерозійні втрати ґрунту

Степінь змитості ґрунту	Допустимий стік, мм	Допустимий змив, т/га рік
Слабозмитий	30	3,5
Середньозмитий	21	2,4

Таблиця 2.3

Середньобагаторічний стік і змив ґрунту

Вид угідь	Стік, мм	Змив ґрунту, т/га
Рілля слабозмита	40	5,5
Рілля середньозмита	43	6,2
Ліс і лісові насадження	4,5	0,01
Цілина	33	1,2

Практична робота № 3. БАЛАНС ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою розрахунку балансу поживних речовин у землеробстві окремого господарства; порівняти баланси поживних речовин за традиційної та біологічної системами землеробства.

Дослідження балансу поживних речовин нині є однією з основних проблем агрохімії. Це пов'язано з необхідністю систематичного підвищення ефективної родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і якості отриманої продукції.

При складанні господарського балансу враховують такі статті:

- витрати поживних речовин з ґрунту;
- надходження поживних речовин у ґрунт з різних джерел.

Статті витрат:

1. *Винос поживних речовин урожаєм.* Розраховується на підставі даних про використання поживних речовин на створення 1 т основної продукції і відповідної кількості побічної. Для визначення виносу поживних речовин урожаєм рекомендується використовувати показники виносу, визначені найближчою науковою установою.



2. **Витрати азоту добрив.** Непродуктивні витрати азоту добрив представлені в основному газоподібними і витратами від вимивання. Перші пов'язані з мікробіологічними процесами денітрифікації, амоніфікації та нітрифікації з виділенням  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ . На чорноземних ґрунтах непродуктивні витрати азоту становлять у середньому 15%, а на дерново-підзолистих – 20% від азоту, внесеного з мінеральними добривами.

Статті надходження:

1. *З органічними та мінеральними добривами.*

2. *Із насінням.* Вираховують цю статтю надходження на основі поняття норми висіву культури в господарстві або за даними довідника і відсоткового вмісту азоту, фосфору і калію в насінні за даними найближчої дослідної установи чи довідника. Приклад. Норма висіву насіння озимої пшениці становить 200 кг, середній вміст азоту в зерні пшениці – 2,8%. З насінням пшениці на кожен гектар посіву було внесено 5,6 кг азоту.

3. *З атмосферними опадами* (переважно в аміачній формі). Звітряється він у повітря внаслідок мікробіологічних процесів, що відбуваються на поверхні ґрунту, та в меншій кількості – у нітратній формі, яка утворюється внаслідок грозових розрядів. Установлено, що в середньому з опадами щорічно надходить азоту на 1 га: на Поліссі – 5 кг; у Лісостепу – 10; у Степу – 4 кг.

4. *За рахунок фіксації азоту атмосфери бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими культурами.* За даними І.М. Захарченка та ін. (1977), багаторічні трави (еспарцет, люцерна, конюшина) використовують атмосферного азоту 70-75%, горох – 40-50%, люпин, кормові боби – 60-65% від загального азоту в біомасі. Для визначення кількості азоту атмосфери, що надійшов у ґрунт за рахунок симбіотичної фіксації бобовою культурою при даному врожаї, необхідно встановити загальний вміст азоту в урожаї та в кореневій системі. Встановлено, що співвідношення між кількістю азоту в урожаї, пожнивних і кореневих рештках становить для люцерни 1 : 1,3; для конюшини – 1 : 1,15-1,25; люпину, сої, кормових бобів, гороху – 1 : 0,2-0,3. Користуючись цими показниками і виносом азоту врожаєм, орієнтовно вираховують кількість азоту в біомасі, а потім – скільки його надійшло в ґрунт із повітря за рахунок симбіотичної фіксації бобовою культурою.



5. Несимбіотична фіксація азоту атмосфери вільноживучими мікроорганізмами (бактерії, актиноміцети, дріжджові плісняві гриби). Встановлено, що в середньому в ґрунтах фіксується наступна кількість азоту: на Поліссі – 5 кг; у Лісостепу – 10 кг; у Степу – 8 кг на 1 га.

### З а в д а н н я

1. Розрахувати баланс поживних речовин у сівозмінах: а) польовій, традиційній для зони Лісостепу; б) інтенсивній короткої ротації; в) біологізованій.
2. Розробити заходи щодо удосконалення системи удобрення культур у сівозмінах.

### Практична робота № 4. БАЛАНС ГУМУСУ В ҐРУНТАХ ГОСПОДАРСТВА ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Мета роботи:** ознайомитися з однією із методик розрахунку балансу гумусу; порівняти баланси гумусу за традиційної та біологічної систем землеробства.

Для екологічної оцінки розробленої системи застосування добрив у сівозміні широко застосовується методика Г.Я.Чесняка. Методика передбачає розрахунок середньозважених втрат гумусу за ротацію сівозміни за формулою:

$$P = \frac{P_1 \cdot S_1 + P_2 \cdot S_2 + \dots + P_n \cdot S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (4.1)$$

де  $P_1 \dots P_n$  – середньорічна мінералізація гумусу у чорному парі і окремими культурами т/га;  $S_1 \dots S_n$  – площі під окремими культурами сівозмінами, га.

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток знаходять масу корених і поверхневих рослинних решток за рівняннями регресії (табл.4.1).

Для визначення кількості новоутвореного гумусу під окремими культурами знаходять добуток загальної кількості рослинних решток на коефіцієнт гуміфікації для даної культури.



Середньозважена кількість новоутвореного гумусу за рахунок рослинних решток в цілому по сівозміні розраховують за формулою:

$$\hat{I}_1 = \frac{\hat{I}_1 \cdot S_1 \cdot k_1 + \hat{I}_2 \cdot S_2 \cdot k_2 + \dots + \hat{I}_n \cdot S_n \cdot k_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (4.2)$$

де  $O_1 \dots O_n$  – рослинні рештки культур сівозміни, т/га;  $k_1 \dots k_n$  – коефіцієнт гуміфікації рослинних решток для окремих культур;  $S_1 \dots S_n$  – площі, зайняті окремими культурами, га.

Таблиця 4.1

Рівняння регресії для визначення побічної продукції та рослинних решток за врожаєм основної продукції, ц/га

Культури	Урожай основної продукції, ц/га	Рівняння регресії для визначення маси		
		побічної продукції (солома, гичка)	поверхневих решток (стерня, опад)	коренів
Пшениця озима	10 – 25	X = 1,7y + 3,4	P = 0,4y + 0,6	K = 0,9y + 5,8
	26 – 40	X = 0,8y + 25,9	P = 0,1y + 8,9	K = 0,7y + 10,2
Пшениця яра	10 – 20	X = 1,3y + 4,2	P = 0,4y + 1,3	K = 0,8y + 6,5
	21 – 30	X = 9,5y + 19,6	P = 0,2y + 5,4	K = 0,8y + 6,0
Ячмінь	10 – 20	X = 0,9y + 6,5	P = 0,4y + 1,8	K = 0,8y + 6,5
	21 – 30	X = 0,9y + 7,3	P = 1,1y + 7,6	K = 0,4y + 15,4
Овес	10 – 20	X = 1,5y + 1,2	P = 0,3y + 3,2	K = 1,0y + 2,0
	21 – 35	X = 0,7y + 17,2	P = 0,2y + 6,1	K = 0,4y + 14,0
Картопля	20 – 200	X* = 0,51y + 2	P = 0,04y + 1,0	K = 0,08y + 4,0
	201 – 350	X* = 0,51y + 3,9	P = 0,03y + 3,1	K = 0,06y + 7,6
Цукровий буряк	100 – 200	X* = 0,93y + 1,7	P = 0,02y + 0,8	K = 0,06y + 5,0
	201 – 400	X* = 0,79y + 0	P = 0,003y + 7,0	K = 0,06y + 5,4
Однорічні трави (зелена маса)	50 – 200	-	P = 0,027y + 6,0	K = 0,15y + 7,5

Примітка: X – маса побічної продукції, ц/га в розрахунку на повітряно-суху речовину; X\* – маса побічної продукції в розрахунку на сиру речовину.

Кількість новоутвореного гумусу за рахунок гною ( $\Pi_2$ ) знаходять шляхом множення кількості внесеного гною на коефіцієнт гуміфікації гною.



Загальну величину новоутвореного гумусу ( $\dot{I}_3$ ) знаходять за формулою:

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 \quad (4.3)$$

Середньорічний баланс гумусу в сівозміні визначають як різницю між середньозваженою кількістю новоутвореного та втраченого гумусу:

$$\dot{A} = (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) - \dot{D}, \text{ т/га} \quad (4.4)$$

У випадку, коли в сівозміні складається від'ємний баланс гумусу, розраховують мінімальну дозу гною, що забезпечує бездефіцитний баланс гумусу:

$$\dot{I}_{ni} = \dot{I}_1 + \frac{\dot{A}}{0,058}, \text{ т/га} \quad (4.5)$$

де  $H_1$  – насиченість органічними добривами в сівозміні, т/га;  $0,058$  – кількість гумусу, що утворюється з 1 т гною.

### З а в д а н н я

1. Розрахувати баланс гумусу в польовій традиційній сівозміні для зони Лісостепу. Ґрунти – чорноземи типові середньосуглинкові. Гній вноситься під чистий пар та картоплю по 15 т/га. Гній підстилковий 75% вологості.
2. Розрахувати баланс гумусу в інтенсивній сівозміні короткої ротації. Під цукровий буряк вносять 20 т/га гною.
3. Розрахувати баланс гумусу в біологізованій сівозміні.
4. Запропонувати заходи щодо забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах господарства.

## Практична робота № 5. ТЕХНОЛОГІЯ No – till

**Мета роботи:** ознайомлення з сутністю технології нульового обробітку ґрунту, її перевагами та недоліками у порівнянні з традиційними технологіями, а також з проблемами переходу на технологію зберігаючого землеробства.

В усьому світі на протязі сторіч для обробітку ґрунту використовували відвальну оранку. Негативний вплив розорювання





грунту на сільськогосподарську продуктивність та стійкість, на екологію середовища в останній час документально зафіксований в усіх країнах світу. Визнання цього факту сприяло розробці альтернативної сільськогосподарської практики – **зберігаючого землеробства**.

**No – till** (нульовий обробіток ґрунту) – це технологія зберігаючого землеробства, за якої відсутній будь-який обробіток ґрунту, а рослинні рештки залишаються на поверхні ґрунту. В ідеалі насіння вноситься в ґрунт без його пошкодження.

З бур'янами на початковій стадії впровадження no-till борються внесенням гербіцидів. Вибір типу гербіцидів і часу їх внесення залежить від чисельності бур'янів, їх видового складу та кліматичних умов. Кінцева мета – боротьба з бур'янами за допомогою сівозмін та покривних культур (сидератів), тобто повна відмова від гербіцидів.

No-till - "нульова технологія" – термін, який використовується в Північній Америці. В Англії для опису цього процесу застосовується словосполучення "прямий посів". Ці терміни використовуються в основному як синоніми в багатьох частинах світу.

Ґрунт розорюють на протязі багатьох сторіч, тому перехід на нову виробничу систему з відмовою від оранки означає радикальну внутрішню зміну, зміну в свідомості.

#### Старі поняття, погляди та стереотипи:

1. Оранка ґрунту необхідна для вирощування культур (боротьба з бур'янами, розпушування ґрунту і т.д.).
2. Рослинні рештки необхідно спалити, вивезти з поля або загорнути в ґрунт.
3. Ґрунт без покриву на протязі тижнів і місяців – це нормально.
4. Посилена ерозія на сільськогосподарських землях – це неминучість, обумовлена експлуатацією ґрунту.
5. Перш за все – хімічна боротьба зі шкідниками.
6. Ґрунт втомлюється – це неминуча розплата за його використання для вирощування сільськогосподарських культур.

#### Нові поняття зберігаючого землеробства:

1. Оранка не є необхідною технологічною ланкою при вирощуванні культур.



2. В ідеалі усі рослинні рештки необхідно залишати на поверхні ґрунту.
3. Необхідне постійне покриття ґрунту – мульча. Це забезпечує захист від прямих сонячних променів, від крапель дощу, від вітру. Це – головний захист від ерозії. А також дозволяє зменшити випаровування води з поверхні ґрунту.
4. Ґрунтова ерозія – лише симптом того, що для даної ділянки і екосистеми використовуються методи обробітку, які не підходять.
5. Фітосанітарний стан поля покращується за збільшення біорізноманіття.
6. Максимальне насичення сівозміни (завантаження ґрунту) різними культурами дозволяє уникнути ґрунтовтоми.

Технологія no-till була прийнята в кліматично помірних районах світу (наприклад, в Європі та США) для зниження витрат пального і працезатрат, пов'язаних з підготовкою ґрунту. Бразильські фермери прийняли цю технологію, в першу чергу, щоб протидіяти ерозії ґрунту та збереженню вологи і підвищенню врожайності.

Системи землеробства, що базуються на технології no-till, були впроваджені на середніх та крупних механізованих фермах в Бразилії, Аргентині, США, Канаді. Проте на початку 90-х років no-till почала застосовуватися на малих фермах Південної Бразилії та Парагваю. Через 10 років вже понад 120 тис. фермерів практикували цю технологію на площі майже 500 тис. га. Це відбулося завдяки державним інвестиціям, в основному спрямованим на дослідження та технічну підтримку. Це дозволило адаптувати no-till до умов ферм з повністю ручним інвентарем або тягловою худобою. Тісна співпраця з приватними виробниками призвела до того, що знаряддя, необхідні для застосування цієї технології стали доступними дрібним фермерам на місцевих ринках.

Усюди нульовий обробіток знижує ризики і дає стабільний прибуток. А це, в свою чергу, перший крок до довготривалої економічної та соціальної стійкості, до сталості навколишнього середовища. Порівняння технології no-till з традиційними та іншими методами обробітку ґрунту наведені в табл. 5.1.



Таблиця 5.1

Типові операції систем обробітку ґрунту, переваги та недоліки

Системи	Типові польові операції	Головні переваги	Головні недоліки
Оранка відвальним плугом	Один або два обробітки дисками або культиваторами. Осіння або весняна оранка. Боронування, одна або дві культивациї. Посів. Міжрядні культивациї. Обприскування.	Підходить для важких ґрунтів з поганим дренаванням насіння. Як правило, відмінне загортання в ґрунт і добре насіннєве ложе.	Найбільша ерозія (темпи руйнування ґрунтової структури водою і вітром вище як раз на безструктурному ґрунті). Великі втрати вологи. Розораний ґрунт швидко поглинає вологу і так само швидко її "втрачає". Стислі терміни проведення посіву. Невірне визначення терміну початку ранньовесняних робіт критично для майбутнього врожаю. Великі витрати на паливе і робочу силу.
Глибоке розпушування	Один або два обробітки дисками або культиваторами. Осіннє або веснянє глибоке розпушування. Одна або дві культивациї. Посів. Міжрядні культивациї. Обприскування.	Ерозія менше, ніж при оранці відвальним плугом. Добре підходить для ґрунтів з поганим дренажем. Добре або відмінне загортання насіння.	Великі втрати ґрунтової вологи. Значні витрати на паливе, робочу силу.



продовження табл. 5.1

Поверхневий обробіток	Осінній або весняний обробіток дисками, культиваторами. Посів. Міжрядні культивації. Обприскування.	Добре підходить для ґрунтів з гарним дренажем і гранулометричним складом. Добре / відмінне загортання насіння.	Сильна ерозія. Великі втрати ґрунтової вологи.
Обробіток смугами	Осінній обробіток смугами (видалення мультчі з майбутніх рядків і внесення добрив у рядки). Посів просапних культур на чисті смуги, обприскування після сходів, якщо в цьому виникне потреба.	Збираються пожнивні рештки з рядків, що сприяє швидкому прогріванню ґрунту навесні і проведенню посіву в ранні строки. Внесення добрив прямо в рядки. Добре підходить для важких ґрунтів з поганим дренажем.	Великі витрати на передпосівні операції. Смуги без рослинних решток часто пересихають, вкриваються кіркою, піддаються ерозії. Можлива втрата азотних добрив, внесених восени.
No-till	Обприскування, посів у недоторканий ґрунт, обприскування після сходів, якщо в цьому виникне потреба.	Ерозія відсутня. Волога в ґрунті зберігається. Затрати на паливе і робочу силу мінімальні.	Залежність від гербіцидів на першому етапі освоєння технології. Деякі обмеження для ґрунтів з поганим дренажем. Повільне прогрівання ґрунту. Необхідність рівномірного розподілення пожнивних решток. Підвищені вимоги до техніки, щоб не допустити переущільнення ґрунту.



Якщо порівняти традиційний обробіток ґрунту з технологією No-till, то їх основні наслідки наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2

Наслідки традиційного та no-till – обробітку ґрунту

Традиційний відвальний обробіток	Технологія No-till
Ґрунт періодично оголюється, позбавляється рослинності.	Постійний рослинний покрив (поживні рештки).
Сильні коливання температури.	Поступова зміна температури.
Нестабільна і низька пористість ґрунту, обумовлена механічним впливом.	Збільшення популяції дощових черв'яків, біоти і вільний розвиток кореневої системи забезпечують краще розпушування ґрунту.
Наявність плужної підшови.	Відсутність плужної підшови.
Порушення середовища існування ґрунтової біоти.	Відновлення природного середовища існування ґрунтової біоти.
Високий % виділення CO <sub>2</sub>	Низький рівень виділення CO <sub>2</sub>
Інтенсивна ерозія ґрунту. Великий поверхневий стік.	Дуже низький ризик виникнення ерозії ґрунту. Мульча захищає ґрунт від механічної енергії дощових крапель, немає ефекту "розбризування" ґрунту. Обмежений стік води.
Посів у відкритий ґрунт. Такий посів призводить до висихання ґрунту, прискорює ерозію верхнього ґрунтового шару, вимагає значної кількості підживлень добривами, забруднює водотоки.	Закрита система посіву наслідую природі. Ґрунт більш стійкий до посухи. Закрита система дозволяє ефективно використовувати поживні речовини, які є в наявності, та за необхідності додавати поживні речовини, зменшує ризик забруднення водою.
Ґрунтова кірка заважає сході і порушує мікроклімат посівів. Значний змив поживних речовин.	Різко зменшує кількість поживних речовин, що вимиваються водою.
Інтенсивний процес мінералізації, зменшення вмісту гумусу.	Розподілення органічної речовини по всьому профілю ґрунту через біологічні мікропори. Мінералізація помірна, вміст гумусу в ґрунті збільшується.



При переході від традиційного землеробства до зберігаючого виникають певні труднощі. І це має усвідомлювати кожен господар:

1. Треба закупити нову техніку. В основному це стерньова сівалка, прилаштування до комбайна для подрібнення і рівномірного розкидання соломи або обчісувальна жатка. Але це одноразові затрати. Окрім того, скорочується загальна кількість одиниць техніки, що працює на землі.
2. Можуть виникнути проблеми з хворобами і шкідниками. Збільшення кількості рослинних решток на поверхні ґрунту іноді сприяє поширенню деяких хвороб та шкідників. Проте їх природні вороги також добре розмножуються в покращеному середовищі існування. Тим не менш, технологію No-till не варто практикувати в монокультурі. Збалансована система сівозмін з використанням сидеральних культур покращує фітосанітарну ситуацію і знижує кількість шкідників.
3. Перед впровадженням No-till слід вирівняти поля. При нульовій технології, так як і при інших системах землеробства, глибина загортання насіння має велике значення. Проте нульова технологія не передбачає регулярне "заорювання помилок" від нерівномірної попередньої оранки, вирівнювання або згладжування колії від машин, ділянок з твердим ґрунтом і т.д. Тому якісне вирівнювання полів перед впровадженням технології є обов'язковою умовою. Після операції вирівнювання необхідно провести обробіток глибокорозпушувачем для руйнування "підшови". Ці операції затратні, але також одноразові.
4. Зростають витрати на гербіциди. Це на перших етапах впровадження, далі відмова від них. Навіть на протязі перших 3-5 років витрати на гербіциди знижуються приблизно в 3 рази у порівнянні з традиційними методами.
5. Ґрунти при посіві мають більш низькі температури. Повна схожість насіння при No-till відбувається на 2-8 днів пізніше, ніж при традиційних системах. Виробники мають бути готові до цього. Але більш пізнє проростання насіння компенсується на більш пізніх етапах завдяки добрій вологозабезпеченості і більш інтенсивним наростанням ефективних температур.
6. Фосфор в ґрунті розподіляється обмежено. Це відбувається тому, що ґрунт не обертається. Таким чином, запаси фосфору



використовуються не до кінця. Проте, з часом зростає біологічна активність в кореневмісному шарі і цей недолік ліквідується.

7. Необхідні нові навички. Нульова технологія є процесом, який передбачає більш точні методи і розрахована на навички, які не завжди узгоджуються з навичками, необхідними для традиційного землеробства. Тому перед впровадженням No-till необхідні якісна професійна підготовка кадрів і навчання навичкам нової технології.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що собою представляє технологія No-till?
2. Які причини призвели до розробки нової технології No-till?
3. До яких наслідків призводить нульовий обробіток ґрунту в порівнянні з традиційним?
4. Які труднощі треба подолати при переході до технології No-till?

### Практична робота № 6. ПРАКТИКА No – till

**Мета роботи:** ознайомитися з основними підходами до впровадження технології нульового обробітку ґрунту в землеробську практику.

### Організація роботи з рослинними рештками

Постійне покриття ґрунту товстим шаром рослинних решток є основною вимогою при використанні технології No – till. Управління рослинними рештками під час збирання врожаю має велике значення в технології No – till. За погано організованого збирання хаотичний рух машин по полю може ущільнити ґрунт, а відсутність подрібнювачів рослинних решток призведе до залишення їх у валках, роблячи наступні польові роботи більш трудомісткими або взагалі неможливими. Рівномірне розподілення рослинних решток за комбайном або використанням очісувальної жатки є першочерговим завданням, без вирішення якого ефективна технологія No – till неможлива.



Нерівномірне розподілення рослинних решток за комбайном може стати причиною наступних проблем:

1. Доведеться вдаватися до додаткових операцій для розподілення рослинних решток по полю. При цьому досягнути рівномірності практично неможливо.

2. Валки і копни є причиною забивання робочих органів сівалки.

3. Поганий контакт насіння з ґрунтом. Якщо сівалка не може прорізати собі хід через велике скупчення рослинних решток, то рештки можуть бути загорнуті в ґрунт разом з насінням. У цьому випадку контакт насіння з ґрунтом буде поганий, і насіння проросте нерівномірно. Дисковий сошник може просто переїхати через це надмірне скупчення решток, але буде не в змозі посіяти в ґрунт насіння.

4. Коли дуже багато решток знаходиться над сходами культур, то вони можуть бути пошкоджені, і це потім відіб'ється на врожайності.

5. У місцях, де відсутні рослинні рештки на поверхні, будуть інтенсивно розвиватися бур'яни.

Виходячи з вище сказаного, очісувальна (колосозбиральна) жатка стає усе більш популярною для збирання зернових культур в більшості сільськогосподарських регіонів. Ці типи жаток буквально вибирають зерно з колосків і залишають стебло стояти на полі. При використанні цього типу жаток продуктивність комбайну збільшується, тому що менше матеріалу незернового походження пропускається через комбайн.

Полова потрапляє в розкидач і рівномірно розподіляється позаду комбайну. Усі стебла зернової культури залишаються в прямостоячому положенні (окрім тих стебел, які залишаються лежати по сліду коліс). Дана організація рослинних решток покращує боротьбу з вітровою ерозією, сприяє більшому накопиченню снігу і більш поступовому його таненню, що виключає сильний змив ґрунту, прояв водної ерозії і дефляції.

Застосування очісування для збирання зернових при вирощуванні їх за технологією No – till має беззаперечні переваги. І, перш за все, це рослинні рештки, які залишаються стояти укоріненими.

- рівномірна щільність рослинних решток, їх колір і архітектура впливають на швидкість прогрівання землі навесні і охолодження восени;





- вертикально стоячі рослинні рештки захищають сходи від вітру і різких перепадів температури;
- вирішує завдання рівномірного поширення поживних решток по полю. Це ідеальна ситуація, коли все вирішується саме по собі;
- ґрунт захищений від руйнівної дії вітру та крапель дощу;
- ґрунт краще захищений від втрати вологи, пов'язаної з прогріванням прямими сонячними променями влітку.

### Організація боротьби з бур'янами при No – till

Різниця між традиційною технологією і No – till помітніша в способах і результатах боротьби з бур'янами. Хоча прихильники оранки і прагнуть довести, що відвальний обробіток єдиний і надійний спосіб боротьби з бур'янами, але існує досить дослідників, які говорять протилежне.

При No – till же, оскільки насіння залишається в поверхневому шарі, створюються сприятливі умови для його масового проростання, і воно легко знищується у передпосівний або післязбиральний період гербіцидами. Таким чином, гербіциди замінюють операції механічного обробітку ґрунту в системах зберігаючого землеробства.

Фактори, які збільшують здатність культур успішно конкурувати з бур'янами:

Час посіву. Дуже важливий фактор для традиційної системи землеробства – ранній посів, щоб культурні рослини випередили бур'яни в розвитку і встигли "захопити" ґрунтову вологу. No – till – більш гнучка технологія, оскільки проблеми вологи тут не страшні, а навпаки доводиться відтягувати строки посіву із-за надлишкової вологості ґрунту. В результаті цього з'являється можливість працювати більш дешевими гербіцидами суцільної дії в передпосівний період, коли вже більша частина бур'янів відросла.

За традиційної технології основна маса бур'янів сходить вже в посівах культури і доводиться застосовувати дорогі селективні гербіциди, особливо в широколистяних культурах.

Санация меж поля. Нові бур'яни можуть бути перенесені з розташованих поряд ділянок землі. Оздоровчий кордон навколо поля допомагає обмежити поширення небажаних видів рослин.



Сівозміна. Коли змінюється система обробітку ґрунту, змінюється і популяція бур'янів. Як правило, зберігаються бур'яни, стійкі до гербіцидів суцільної дії. Боротьба з ними здійснюється шляхом правильної сівозміни.

Сама культура веде боротьбу з бур'янами. Найнебезпечнішим ворогом бур'янів на полі є та культура, яка може здійснювати біологічний контроль над ними. Будь-який внесок у здоровий стан культури буде внеском у боротьбу з бур'янами. Оптимальна підібрана дата посіву, правильно підібрана норма висіву, доза добрива, відповідна ширина міжрядь значно підвищують перевагу культури над бур'янами і, таким чином, знижують необхідність застосування гербіцидів.

Приклад однієї з сівозмін, яка базується на принципах алелопатичної взаємодії культур і є ідеальною з точки зору боротьби з бур'янами. Широколистяні культури змінюються злаковими, що дозволяє ефективно використовувати селективні гербіциди. Культури теплового періоду після 4-х річного циклу змінюються культурами холодного періоду, в результаті чого в агробіоценозі відбувається різка зміна умов існування бур'янів.

Культури	Температурний період	Тип забур'яненості
1 Озима пшениця	X (холодного періоду)	Злаковий
2 Соя	T (теплого періоду)	Широколистяний
3 Кукурудза	T	З
4 Соняшник	T	Ш
5 Просо	T	З
6 Горох	X	Ш
7 Ячмінь	X	З
8 Ріпак	X	Ш

Вибір конкурентноспроможних культур. Озима пшениця, ячмінь, яра пшениця є більш конкурентноспроможними культурами по відношенню до бур'янів, ніж широколистяні культури.

Індивідуальний підхід. Технологія No – till представляє собою дуже динамічну систему. Це означає, що в кожній області існує безліч змінних факторів, які не дають можливості давати точні поради. Для забезпечення найкращого результату необхідно застосовувати індивідуальний підхід до кожного поля.



### Захист рослин від хвороб і шкідників

Захист сільськогосподарських культур від хвороб і шкідників полягає в наступних заходах:

- сівозміна;
- використання адаптованих, стійких до хвороб і шкідників гібридів і сортів;
- вибір оптимальних строків посіву;
- боротьба зі комахами-шкідниками;
- застосування фунгіцидів, за необхідності;
- збереження і збільшення родючості ґрунтів.

Розглянемо деякі з наведених заходів більш детально.

Ідеальна сівозміна. Найпоширенішими при зберіганню землеробстві є ті хвороби, збудники яких добре зберігаються на поверхні ґрунту і виживають в пожнивних рештках.

За традиційного методу обробки ґрунту пожнивні рештки загортають в ґрунт, спалюють або вивозять з поля, що сприяє знищенню або видаленню хвороботворних організмів. Але навіть за такого підходу культури треба чергувати, не висівати повторно на наступний рік.

За технології No – till, коли сільськогосподарські культури висівають прямо по стерні попереднього врожаю, тим більше необхідна правильно організована сівозміна, щоб зберегти стерню, але не передати новому врожаю минулорічні хвороби.

Щорічне чергування зернових і широколистяних культур порушує цикл життєдіяльності комах і хвороб, якими хворіють культури, що постійно вирощуються на одній і тій самій території.

З подібним чергуванням стерня зернових культур забезпечить захист ґрунту на два роки. Стерня попереднього року продовжить захищати ґрунт при вирощуванні широколистяних культур, які дають меншу кількість пожнивних решток.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яким чином здійснюється управління рослинними рештками за технології No – till?
2. Як організована робота по боротьбі з бур'янами за технології No – till?



3. Яка роль відведена сівозміні в захисті рослин від шкідників та збудників хвороб?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Агроекологічні основи високоефективного вирощування польових культур у сівозмінах біологічного землеробства. /за ред. І.А. Шуvara. – Львів: Українські технології, 2003. – 36 с.
2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія / За ред. М.К. Шикуні. – К.: ПФ "Оранта", 1998. – 680 с.
3. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие. / В.П. Герасименко. – СПб.: Лань, 2009. – 432 с.
4. Гофман К.Г. Социально-экономические аспекты разработки региональных программ природопользования./К.Г. Гофман. – М.: Наука, 1982. – С. 93-120.
5. Зінченко О.І. Біологічне рослинництво: навч. посіб. / О.І. Зінченко, О.С. Алексєєва, П.М. Приходько. – К.: Вища школа, 1996. – 239 с.
6. Клементова Е., Гейниге В. Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 5. – С. 33-34.
7. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво: навч. посіб. / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ "Українські технології", 2004. – 312 с.
8. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени – М.: Колос, 1993. – 415 с.
9. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география: учебник. / П.Г. Шищенко. – К.: Высшая школа, 1988. – 232 с.
10. Шувар І.А. Екологічне землеробство: підручник. /І.А. Шувар. – К.: Вища школа, 2006. – 333 с.