

Сидорук Борис, Муравка Петро. Кластерний підхід до оцінки взаємозв'язку інтенсифікації сільськогосподарського землекористування та вмісту гумусу у ґрунтах. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації*. 2024. Випуск 1-2. С. 74-83.  
DOI: <https://doi.org/10.35774/ibo2024.01-02.074>

УДК 332.36 ; 332.334  
JEL Classification Q15, Q57

**Сидорук Борис**

д.е.н., с.н.с., заступник директора з наукової роботи  
Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГ Карпатського регіону НААН  
м. Тернопіль, Україна

E-mail: [b\\_sidoruk@ukr.net](mailto:b_sidoruk@ukr.net)  
ORCID: 0000-0002-7705-6489

**Муравка Петро**

к.е.н., директор  
ПрАТ «ВНЗ «МАУП» «ЦДН «Тернопільський інститут»  
м. Тернопіль, Україна

E-mail: [petromaup@gmail.com](mailto:petromaup@gmail.com)  
ORCID: 0009-0007-2319-007X

## КЛАСТЕРНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА ВМІСТУ ГУМУСУ У ҐРУНТАХ

### **Анотація**

**Вступ.** Сьогодні світове сільськогосподарське виробництво орієнтоване на отримання швидкого прибутку, незважаючи на наслідки шкідливого антропогенного впливу на стан земельних угідь. Насамперед, це проявляється у інтенсифікації рослинницької галузі, яка зорієнтована на збільшення посіяних площ під енергетичними сільськогосподарськими культурами. Подібна ситуація характерна і для України і спрямована на збільшення енергетичного потенціалу рослинницької галузі.

**Методи.** Методологічною основою проведеного дослідження є діалектичний підхід. Він дозволяє оцінити дію економічних законів в напрямі встановлення тенденцій і закономірностей розвитку суспільних і природних явищ та процесів. Використано кластерний підхід як інструмент цільового управління еколого-економічними складовими регіональної системи використання земельних угідь в аграрній галузі. У роботі застосовано широкий спектр методів статистичного аналізу, згруповано адміністративні регіони у кластери згідно з проведеним дослідженням. Результати проведених досліджень оцінювались за допомогою використання пакету програм Statistica 10.0. Для формування висновків та здійснення теоретичних узагальнень використано абстрактно-логічний метод.

**Результати.** У статті досліджено вплив інтенсифікації сільськогосподарської діяльності на якісний стан ґрунтів, виявлено залежність вмісту гумусу у ґрунтах від динаміки технічно-доступного енергетичного потенціалу сільськогосподарських культур, які вирощені в Україні в регіональному розрізі, а також обсягів виробництва органічних добрив в результаті вирощування сільськогосподарських тварин.

**Перспективи.** Дані досліджень виявляють високий коефіцієнт кореляції досліджуваних показників в межах окремих територій. Результати передбачається використати для планування необхідних заходів з метою підвищення еколого-економічної ефективності системи сільськогосподарського землекористування.

**Ключові слова:** рівень гумусу, інтенсифікація, енергетичний потенціал, органічні добрива, якість ґрунту,

*сільськогосподарське землекористування.*

### **Вступ.**

Погіршення екологічного стану земельних угідь в процесі їх сільськогосподарського використання є актуальною проблемою в сучасному світі.

Сьогодні світове сільськогосподарське виробництво орієнтоване на отримання швидкого прибутку, незважаючи на наслідки шкідливого антропогенного впливу на стан земельних угідь та показники їх родючості. Насамперед, це проявляється у інтенсифікації аграрної діяльності, зокрема, рослинницької галузі, яка спрямована на збільшення посівних площ під енергетичними сільськогосподарськими культурами.

Подібна ситуація характерна і для України і спрямована на збільшення енергетичного потенціалу рослинницької галузі за рахунок зростання обсягу валового виробництва продукції інтенсивних та енергомістких сільськогосподарських культур.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Тому багато наукових публікацій присвячені дослідженню особливостей вирощування енергетичних сільськогосподарських культур, які використовуються для виробництва біоенергії, та їх впливу на родючість ґрунтів.

Вивченням післядії виробництва енергетичних сільськогосподарських культур на стан земельних угідь, які використовуються в аграрній галузі, займається багато вчених в усьому світі. Так, зокрема дослідженню впливу різних енергетичних культур на стан ґрунтів і можливостей їх вирощування на окремих земельних ділянках присвячені праці багатьох вчених [6; 5; 7].

Загалом результати зазначених досліджень є підставою для твердження про важливість розвитку біоенергетичної галузі для отримання багатьох соціальних та економічних ефектів. Проте, встановлено, що внаслідок збільшення посівних площ ґрунтовиснажливих сільськогосподарських культур відбувається посилення негативного впливу господарської діяльності на якісні параметри земельних угідь, які використовуються в аграрній галузі.

Для відновлення родючості ґрунтів важливу роль відіграє використання органічних добрив для удобрення земельних угідь та відновлення вмісту гумусу у ґрунтах. Вивченню питань використання органічних добрив для покращення родючості ґрунтів та отримання інших екологічних ефектів присвячені праці багатьох вчених. Так, у дослідженні [3] обґрунтовано, що внесення у ґрунт гною тварин сприяє розвитку рослин, стійкості рослиноїдних тварин та придушенню розвитку шкідників. На важливості розвитку тваринницької галузі у симбіозі із рослинницькою з метою покращення якісних характеристик земельних угідь наголошується у роботі [4].

Використання різних практик отримання достатньої кількості органічних добрив та збереження родючості ґрунтів, в тому числі взаємозв'язку ефективності використання азоту та вуглецю в залежності від розвитку різноманітних інноваційних практик поводження з рослинними рештками та відходами тварин широко представлене у дослідженні [2].

Одночасно недостатня увага з боку наукової спільноти приділяється комплексним дослідженням впливу інтенсифікації розвитку рослинницької галузі (зокрема збільшення обсягів виробництва таких ґрунтовиснажливих культур, як: соняшник, соя, ріпак тощо) та рівня удобрення земельних угідь органічними добривами, отриманими від сільськогосподарських тварин, на якісний стан ґрунтів (вміст у них гумусу). Тому ми висловлюємо гіпотезу стосовно наявності тісного взаємозв'язку між наведеними параметрами з метою використання виявлених взаємозалежностей для гармонізації екологічних та економічних інтересів в галузі сільськогосподарського землекористування на різних рівнях управління.

### **Мета.**

Метою дослідження є проведення оцінки взаємозв'язку інтенсифікації сільськогосподарського землекористування та вмісту гумусу у ґрунтах з використанням методу кластеризації для виявлення регіонів, що потребують першочергових заходів впливу для

---

---

подальшого покращення еколого-економічної ефективності використання земельних угідь в аграрній галузі

### **Методологія дослідження.**

Методологічною основою проведеного дослідження є діалектичний підхід. Він дозволяє оцінити дію економічних законів в напрямі встановлення тенденцій і закономірностей розвитку суспільних і природних явищ та процесів. Використано кластерний підхід як інструмент цільового управління еколого-економічними складовими регіональної системи використання земельних угідь в аграрній галузі. У роботі застосовано широкий спектр методів статистичного аналізу, згруповано адміністративні регіони у кластери згідно з проведеним дослідженням. Результати проведених досліджень оцінювались за допомогою використання пакету програм Statistica 10.0. Для формування висновків та здійснення теоретичних узагальнень використано абстрактно-логічний метод.

### **Результати.**

Для виявлення екодеструктивних факторів в системі використання сільськогосподарських земель, нами запропоновано дослідити вплив на якість ґрунтів інтенсифікації використання земельних угідь в аграрній галузі (шляхом оцінки технічно-доступного енергетичного потенціалу, отриманого в результаті вирощування сільськогосподарських культур в Україні), а також провести оцінку обсягів виробництва органічних добрив в процесі вирощування сільськогосподарських тварин.

За даними проведеного аналізу якісних показників ґрунтів за органічним компонентом (вмістом гумусу) виявлено поступове зниження рівня гумусу за період 1990-2020 рр. Динаміку зменшення вмісту гумусу на землях сільськогосподарського призначення відмічаємо у наступних адміністративних областях України: Вінницькій, Волинській, Луганській, Миколаївській, Полтавській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській, Чернівецькій. Так, за останні 25 років у середньому по Україні вміст гумусу зменшився на 0,12 відсотка. Це є суттєвою втратою, оскільки для його збільшення в ґрунті на 0,1 відсотка в природних умовах необхідний період 25-30 років [1].

Серед факторів, які спричинили зазначене погіршення якості ґрунтів варто виділити вплив інтенсифікації сільськогосподарської діяльності. Цей процес супроводжується збільшенням в структурі посівних площ тих сільськогосподарських культур, продукцію яких можна використати для виробництва біоенергії і які в процесі свого розвитку мінералізують значно більший обсяг гумусу у ґрунті, ніж залишається органічної маси після збору урожаю (вона в подальшому використовується для удобрення земельних угідь шляхом її заорювання) [8].

Ситуація ускладнюється і тим, що протягом аналізованого періоду в Україні також відбулося суттєве скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин. Це спричинило зменшення обсягів виробництва гною, який можна використати для відновлення вмісту гумусу у ґрунтах.

Для встановлення взаємозалежності між показниками обсягів отриманого технічно-досяжного енергетичного потенціалу сільськогосподарських культур в розрахунку на 100 га ріллі і рівнем гумусу у ґрунтах нами досліджено кореляційну залежність динаміки зазначених показників в розрізі регіонів України.

В результаті проведеного аналізу визначено регіони, де є найтісніший зв'язок зазначених показників (коефіцієнт кореляції більше 0,8). Так, найбільший прямий зв'язок спостерігається між динамікою показників технічно-досяжного потенціалу сільськогосподарських культур і рівнем гумусу по таких регіонах: Закарпатська (0,88) і Київська (0,86) області. Обернений зв'язок відмічаємо по Луганській (-0,83) і Харківській (-0,85) областях. Це є свідченням інтенсифікації сільськогосподарської діяльності в цих адміністративних областях. Взаємозалежність вмісту гумусу у ґрунтах від динаміки виробництва органічних добрив є найбільшою в таких регіонах: Вінницькій (0,88), Волинській (0,98), Львівській (0,90), Миколаївській (0,92), Полтавській (0,97) і Хмельницькій (0,92) області. Тіснота зв'язку зазначених показників по Україні загалом теж є досить істотною (коефіцієнт кореляції

становить 0,98). Обернений зв'язок між цими показниками відмічаємо в Чернігівській області (-0,98). Поясненням цього може бути значне зростання посівних площ ґрунтовиснажливих культур (соняшник і соя) при суттєвому зменшенні обсягів внесення органічних добрив для покращення якісних показників земельних угідь (в даному регіоні вони характеризуються низькими показниками вмісту гумусу).

Проведено кластерний аналіз регіонів України в програмі Statistica 10.0 При цьому в кожному із кластерів за період 1990-2020 рр. (для дослідження використано дані за 1990, 2000, 2010 і 2020 р.) було враховано подібні властивості таких показників: обсяг технічно-досяжного енергетичного потенціалу вирощених сільськогосподарських культур, обсяг виробництва органічних добрив та вміст гумусу у ґрунтах.

Результати кластерного аналізу при розподілі регіонів України на 4 кластери наведено в таблиці (табл. 1-2). Правильність вибору числа кластерів підтверджується дисперсійним аналізом, оскільки на рівні значущості  $p < 0,05$  маємо відмінності між отриманими групами.

**Таблиця 1. Результати кластерного аналізу регіонів України за 1990, 2000, 2010 і 2020 р. на основі групування досліджуваних показників, які впливають на якісний стан ґрунтів\***

Роки	Характеристики кластеру (адміністративні області)			
	Перший	Другий	Третій	Четвертий
1990	Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Чернівецька	Вінницька, Житомирська, Київська, Полтавська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська	Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Харківська,	Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Херсонська
2000	Вінницька, Житомирська, Київська, Полтавська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська	Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Чернівецька	Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська	Дніпропетровська, Донецька, Кіровоградська, Луганська, Харківська
2010	Житомирська, Київська, Кіровоградська, Миколаївська, Полтавська, Сумська, Херсонська, Чернігівська	Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська, Харківська	Вінницька, Львівська, Одеська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська,	Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Рівненська, Чернівецька
2020	Дніпропетровська, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Сумська, Херсонська, Чернівецька	Вінницька, Волинська, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська	Закарпатська	Донецька, Запорізька, Луганська, Харківська

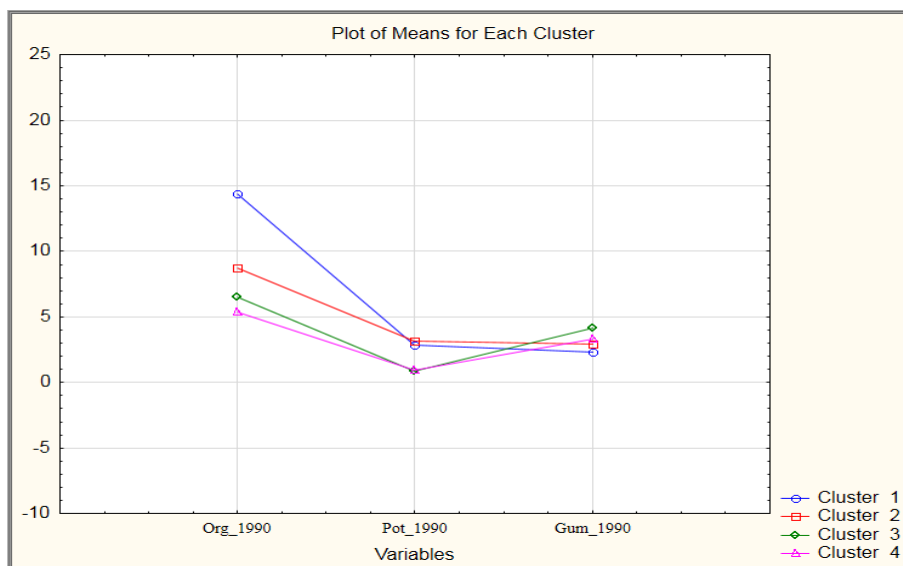
\*Джерело: розраховано авторами.

**Таблиця 2. Середні значення кількісних показників обсягу технічно-досяжного енергетичного потенціалу вирощених сільськогосподарських культур, обсягів органічних добрив та вмісту гумусу за результати кластерного аналізу регіонів України в 1990, 2000, 2010 і 2020 р. на основі групування досліджуваних показників, які впливають на якісний стан ґрунтів\***

Назва кількісних показників	Числові характеристики кластерів (середні значення кількісних показників (середньоквадратичні відхилення))			
	Перший	Другий	Третій	Четвертий
1990 рік				
Органіка	14,35 (2,32)	8,77 (1,22)	6,53 (0,22)	5,36 (0,36)
Потенціал	2,88 (1,02)	3,12 (1,25)	0,83 (0,64)	0,9 (0,72)
Гумус	2,34 (0,42)	2,92 (0,53)	4,18 (0,29)	3,33 (0,73)
2000 рік				
Органіка	3,78 (0,68)	7,32 (1,72)	1,65 (0,44)	1,92 (0,34)
Потенціал	1,40 (0,64)	1,60 (0,65)	0,38 (0,15)	0,72 (0,29)
Гумус	2,84 (0,49)	2,38 (0,58)	3,01 (0,58)	4,14 (0,21)
2010 рік				
Органіка	1,48 (0,56)	1,12 (0,22)	2,47 (0,88)	5,28 (2,19)
Потенціал	3,56 (0,70)	1,02 (0,65)	6,55 (0,81)	3,76 (0,82)
Гумус	2,97 (0,70)	3,99 (0,37)	2,98 (0,29)	2,33 (0,54)
2020 рік				
Органіка	1,13 (0,81)	2,26 (0,80)	8,00 (0,00)	0,7 (0,26)
Потенціал	7,68 (1,60)	12,35 (1,62)	4,30 (0,00)	2,43 (1,35)
Гумус	3,32 (0,70)	2,68 (0,53)	2,56 (0,00)	3,69 (0,32)

\*Джерело: розраховано авторами.

На рис. 1-4 наведено результати кластерного аналізу (метод *K*-середніх) в окремі роки за період 1990-2020 рр. у вигляді розбиття регіонів на чотири кластери за трьома компонентами (обсяг технічно-досяжного енергетичного потенціалу сільськогосподарських культур, обсяги органічних добрив і рівень гумусу у ґрунтах).



**Рис. 1. Графік середніх для кожного кластера у 1990 р.\***

\*Джерело: розраховано авторами.

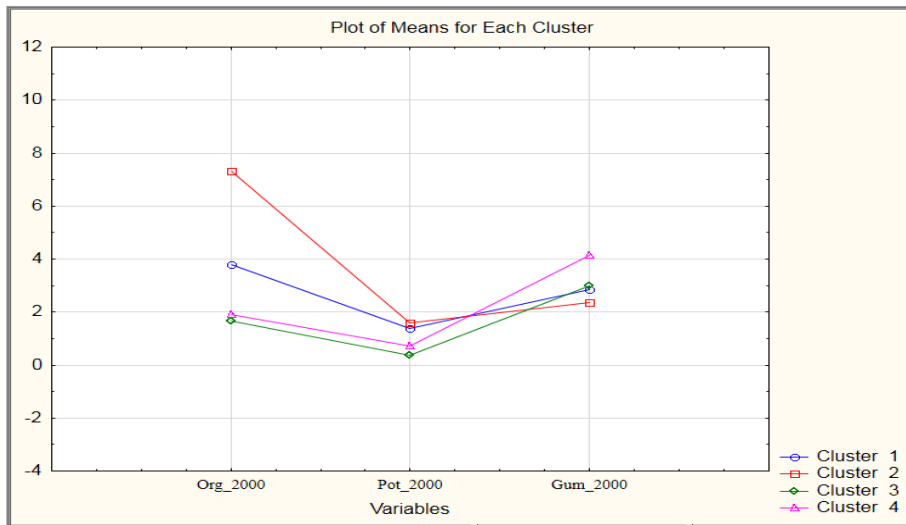


Рис. 2. Графік середніх для кожного кластера у 2000 р.\*

\*Джерело: розраховано авторами.

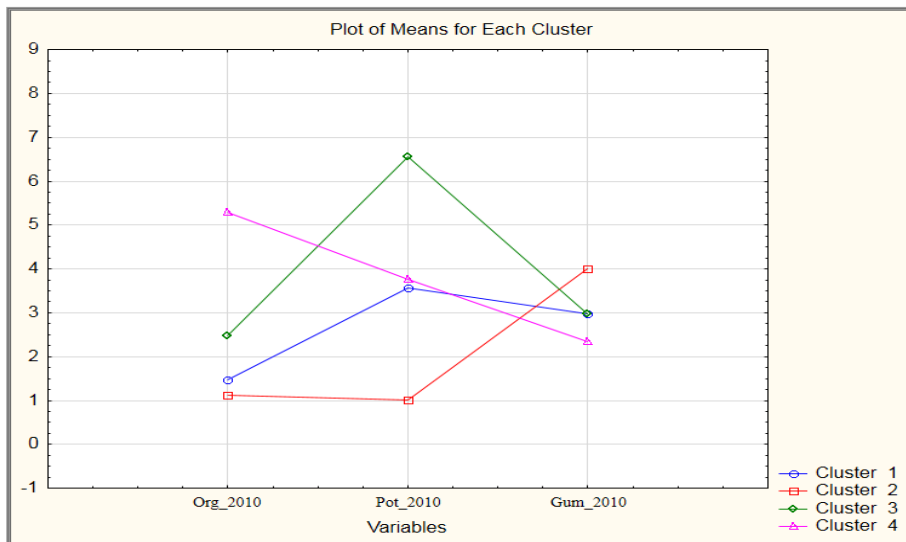
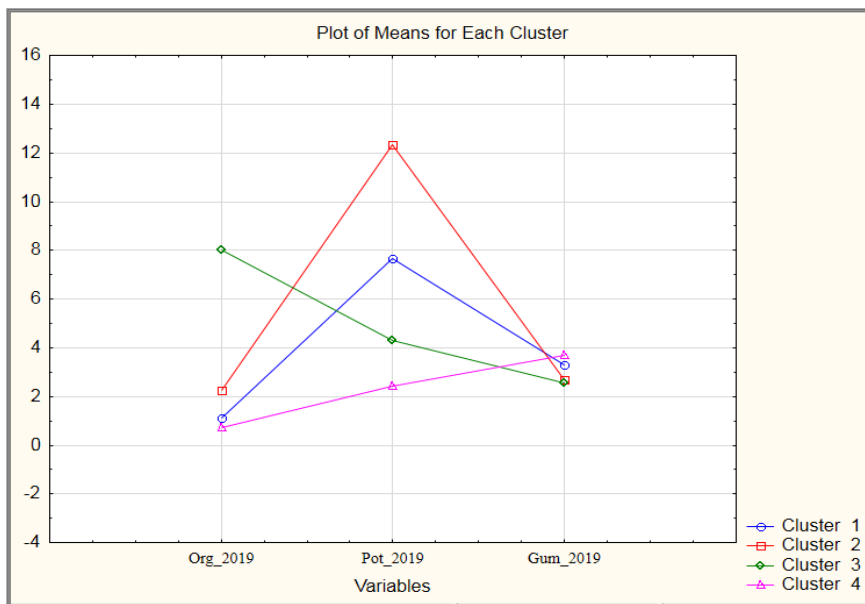


Рис. 3. Графік середніх для кожного кластера у 2010 р.\*

\*Джерело: розраховано авторами.



**Рис. 4. Графік середніх для кожного кластера у 2020 р.\***

\*Джерело: розраховано авторами.

Виходячи із представлених рисунків, наочно спостерігаємо наявність взаємозв'язку між досліджуваними групами показників. Так, протягом аналізованого періоду по всіх кластерах найбільшим середнім показникам по виробництву органічних добрив (гною) і технічно-досяжного енергетичного потенціалу сільськогосподарських культур відповідають одні із найменших середніх показників вмісту гумусу у ґрунтах, і навпаки. Це може свідчити про обмежене використання органіки для покращення якісних показників ґрунту, а також зростання інтенсифікації сільськогосподарської діяльності. Наслідком цього є виснаження земель сільськогосподарського призначення. Поряд з цим, у 2010-2020 роках відмічаємо суттєве зростання обсягів технічно-досяжного енергетичного потенціалу у 3 і 2 кластерах. Це свідчить про збільшення обсягів виробництва енергомісткої сільськогосподарської продукції насамперед у адміністративних областях, які розміщені за заході, півночі і в центрі України, і позначається на якісних показниках ґрунтів (вмісту гумусу) у зазначених регіонах.

Згідно з результатами проведеного дослідження варто відзначити, що в більшості регіонів України існує обернена залежність між вмістом гумусу у ґрунтах та інтенсифікацією сільськогосподарського землекористування. Це визначає актуальність подальшого збалансування антропогенного впливу на стан земельних угідь і визначення напрямів розвитку сільськогосподарського землекористування. Вони будуть спрямовані на врахування динаміки вмісту гумусу у ґрунтах у процесі здійсненні оптимізації структури посівних площ сільськогосподарських культур і формуванні відповідної системи органічного удобрення.

Для формування системи збалансованого сільськогосподарського землекористування на загальнодержавному рівні важливим є також розробка відповідного законодавчого поля, яке буде забезпечувати здійснення належного адміністративного впливу на землекористувачів [9].

Отже, для покращення якісних показників земель сільськогосподарського призначення визначальним є формування комплексної системи збалансованого використання земельних угідь, направленої на підвищення еколого-економічної ефективності сільськогосподарського землекористування.

### Висновки і перспективи.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що для забезпечення збалансованого використання земельних ресурсів аграрної галузі доцільним є врахування впливу на стан земельних угідь особливостей функціонування двох підсистем природної і господарської. В результаті проведеного аналізу виявлено наявність взаємозв'язків між інтенсифікацією сільськогосподарської діяльності, рівнем виробництва органічних добрив і якісним станом земельних угідь (вмістом гумусу у ґрунтах). Використовуючи дані статистичної обробки в програмі Statistica 10.0 досліджуваних показників, виявлено суттєвий рівень взаємозалежності та кластеризації регіонів України в період 1990-2020 рр.

В подальшому дослідження впливу регламентуючих чинників збалансованої природно-господарської системи дасть змогу визначити позитивні заходи для покращення родючості ґрунтів і послабити вплив негативних антропогенних чинників на якісні параметри сільськогосподарських угідь.

### Список використаних джерел

1. Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України». Агрохімічне обстеження сільськогосподарських угідь. Ahrokhimichne obstezhennia silskohospodarskykh uhid. URL: <http://www.iogu.gov.ua/pasportizaciya/ahrokhimichne-obstezhennya-silskohospodarskykh-uhid/> (дата звернення: 22.04.2024).
2. Blanchard M., Vayssieres J., Dugué P., Vall E. Local Technical Knowledge and Efficiency of Organic Fertilizer Production in South Mali: Diversity of Practices. *Agroecology And Sustainable Food Systems*. 2013. №3. P. 672-699.
3. Elizabeth Rowena, John, F. Tookera, Carmen K. Blubaugh, Managing fertility with animal waste to promote arthropod pest suppression. *Biological Control*. 2019. №134. P. 130-140.
4. Ju X.T., Zhang F.S., Bao X.M., Romheld V., Roelcke M. Utilization and management of organic wastes in Chinese agriculture: Past, present and perspectives. *Science in China Series C-life Sciences*. 3rd International Nitrogen Conference. 2005. №48. Special Issue. P. 965-979.
5. Peng T., Fu J. Y., Jiang D., Du J. S. Simulation of the Growth Potential of Sugarcane as an Energy Crop Based on the APSIM Model. *Energies*. 2020. №13 (9). P. 2173; doi:10.3390/en13092173.
6. Ruf T., Audu V., Holzhauser K., Emmerling C. Bioenergy from Periodically Waterlogged Cropland in Europe: A First Assessment of the Potential of Five Perennial Energy Crops to Provide Biomass and Their Interactions with Soil. *Agronomy*. 2019. №9 (7). P. 374; <https://doi.org/10.3390/agronomy9070374>.
7. Schorling M., Enders C., Voigt C.A. Assessing the cultivation potential of the energy crop *Miscanthus x giganteus* for Germany. *Global Change Biology Bioenergy*. 2015. 7 (4). P. 763-773; doi: 10.1111/gcbb.12170.
8. Yashchuk Tetiana, Korchynska Olena, Sydoruk Borys, Sydoruk Halyna, Horun Mariia. Monitoring the impact of intensification of agricultural land use on the quality of soils of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021. Vol. 21, Issue 4. P. 627-634.
9. Zhukovskyy Viktor, Sverstiuk Andriy, Sydoruk Borys, Zhukovska Nataliia, Sverstiuk Sofia. Analysis and Prediction of Humus Balance in Soils of Ukraine Using Informational Tools. ITTAP'2022: 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. Pp. 259-270. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3309/> (дата звернення: 22.04.2024).

Статтю отримано: 09.05.2024 / Рецензування 25.06.2024 / Прийнято до друку: 30.06.2024

### Borys Sydoruk

Dr. Sc. (Econ.), Senior Research Fellow, Deputy Director for Research  
Ternopil state agricultural experimental station  
of ISG of the Carpathian region of NAAS  
Ternopil, Ukraine

E-mail: [b\\_sidoruk@ukr.net](mailto:b_sidoruk@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-7705-6489



---

---

**Petro Muravka**Cand. Sci. (Econ.), Director  
Distance Learning Center, Ternopil Institute of MAUP  
Ternopil, Ukraine

E-mail: petromaup@gmail.com

ORCID: 0009-0007-2319-007X

## A CLUSTER APPROACH TO ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTENSIFICATION OF AGRICULTURAL LAND USE AND THE CONTENT OF HUMUS IN SOILS

### Abstract

**Introduction.** Today, global agricultural production is focused on obtaining a quick profit, despite the consequences of harmful anthropogenic influence on the state of land. First of all, this is manifested in the intensification of the crop industry, which is oriented towards increasing the acreage under energy agricultural crops. A similar situation is also typical for Ukraine and is aimed at increasing the energy potential of the crop industry.

**Methods.** The methodological basis of the conducted research is a dialectical approach. It allows to assess the effect of economic laws in the direction of establishing trends and patterns of development of social and natural phenomena and processes. The cluster approach was used as a tool for targeted management of the ecological and economic components of the regional system of land use in the agricultural sector. A wide range of statistical analysis methods are used in the work, administrative regions are grouped into clusters according to the conducted research. The results of the conducted studies were evaluated using the Statistica 10.0 software package. The abstract-logical method was used to form conclusions and make theoretical generalizations.

**Results.** The article examines the influence of intensification of agricultural activity on the quality of the soil, reveals the dependence of the humus content in the soil on the dynamics of the technically available energy potential of agricultural crops grown in Ukraine regionally, as well as the volume of production of organic fertilizers as a result of raising farm animals.

**Discussion.** Research data reveal a high correlation coefficient of the studied indicators within individual territories. The results are expected to be used for planning the necessary measures in order to increase the ecological and economic efficiency of the agricultural land use system.

**Keywords:** humus level, intensification, energy potential, organic fertilizers, soil quality, agricultural land use.

### References

1. Derzhavna ustanova «Instytut okhorony gruntiv Ukrainy». Ahrokhimichne obstezhennia silskohospodarskykh uhid. Retrieved from <http://www.iogu.gov.ua/pasportizaciya/ahrokhimichne-obstezhennya-silskohospodarskykh-uhid/>
2. Blanchard, M., Vayssieres, J., Dugué, P., & Vall, E. (2013). Local Technical Knowledge and Efficiency of Organic Fertilizer Production in South Mali: Diversity of Practices. *Agroecology And Sustainable Food Systems*, 3, 672-699.
3. Elizabeth, Rowena, John, F. Tookera, & Carmen, K. Blubaugh, (2019). Managing fertility with animal waste to promote arthropod pest suppression. *Biological Control*, 134, 130-140.
4. Ju, X.T., Zhang, F.S., Bao, X.M., Romheld, V., & Roelcke, M. (2005). Utilization and management of organic wastes in Chinese agriculture: Past, present and perspectives. *Science in China Series C-life Sciences*. 3rd International Nitrogen Conference, 48, Special Issue, 965-979.
5. Peng, T., Fu, J.Y., Jiang, D., & Du, J.S. (2020). Simulation of the Growth Potential of Sugarcane as an Energy Crop Based on the APSIM Model. *Energies*, 13 (9), 2173; doi:10.3390/en13092173.
6. Ruf, T., Audu, V., Holzhauser, K., & Emmerling, C. (2019). Bioenergy from Periodically Waterlogged Cropland in Europe: A First Assessment of the Potential of Five Perennial Energy Crops to Provide Biomass and Their Interactions with Soil. *Agronomy*, 9 (7), 374; <https://doi.org/10.3390/agronomy9070374>.
7. Schorling, M., Enders, C., Voigt, C.A. (2015). Assessing the cultivation potential of the energy crop *Miscanthusxgiganteus* for Germany. *Global Change Biology Bioenergy*, 7 (4), 763–773; doi: 10.1111/gcbb.12170.
8. Yashchuk, Tetiana, Korchyńska, Olena, Sydoruk, Borys, Sydoruk, Halyna, & Horun, Mariia. (2021). Monitoring the impact of intensification of agricultural land use on the quality of soils of Ukraine. *Scientific Papers*

Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 21, 4, 627-634.

9. Zhukovskyy, Viktor, Sverstiuk, Andriy, Sydoruk, Borys, Zhukovska, Nataliia, Sverstiuk, Sofia. (2022). Analysis and Prediction of Humus Balance in Soils of Ukraine Using Informational Tools. ITTAP'2022: 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22-24, 259-270. Retrieved from <https://ceur-ws.org/Vol-3309/>

*Received: 05.09.2024 / Review 06.25.2024 / Accepted 06.30.2024*

