

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Гірничий факультет
Кафедра природоохоронної діяльності

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віктор КОСТЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА

на тему: «Урахування екостану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції»

Виконав: студентка 4 курсу, групи ЕКО-19

напряму підготовки: 101 Екологія

Катерина ТИМЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц.каф. ПД, Ph.D Ольга БОГОМАЗ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль:

Олексій КУТНЯШЕНКО

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Луцьк –2023

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Гірничий факультет
Кафедра Природоохоронної діяльності
Освітній ступінь - бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри, д.т.н., проф.
_____ Віктор КОСТЕНКО
_____. _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
на випускн кваліфікаційну роботу бакалавра
Катерини ТІМЧЕНКО

1. Тема роботи: «Урахування екостану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції»
керівник роботи Ph.D., доц. Ольга БОГОМАЗ
затверджені наказом вищого навчального закладу від 08.05.2023 р. №181
2. Строк подання студентом роботи: 08.06.2023р
3. Вихідні дані до проекту: результати екологічного моніторингу ґрунтів Донецької області, статистичні дані.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Аналіз стану ґрунтів Донецької області; 2. Оцінка потенціалу Донецької області по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції; 3. Розробка заходів щодо підвищення якості ґрунтів агропромислових районів Донецької області; 4. Охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація на форматі А4

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Ольга БОГОМАЗ		
Розділ 2	Ольга БОГОМАЗ		
Розділ 3	Ольга БОГОМАЗ		
Розділ 4			
Нормоконтроль	Олексій КУТНЯШЕНКО		

7. Дата видачі завдання 05.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування видів робіт	Термін виконання	Форма звітності	Відмітка наукового керівника
Розділ 1	07.05.2023	Рукопис	
Розділ 2	12.05.2023	Рукопис	
Розділ 3	20.05.2023	Рукопис	
Розділ 4 Охорона праці	24.05.2023	Рукопис	
Оформлення пояснювальної записки	5.06.2023	Рукопис	
Підготовка презентації	13.06.2023	Рукопис	

Науковий керівник

Ольга БОГОМАЗ

Студент

Катерина ТІМЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Тімченко К.А. Урахування екостану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 101 Екологія. – ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2023.

Сторінок: 51, 8 ілюстрацій, 11 таблиця, 15 посилань.

Об'єкт досліджень – показники екостану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції.

Предмет досліджень – сільгоспугіддя з подальшим їх проектуванням у сировинні зони з вирощування екологічно безпечної продукції

Мета роботи – визначити придатність сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції шляхом аналізу екостану ґрунтів регіону.

Методи досліджень: комплексний метод досліджень, що включає аналіз і узагальнення літературних джерел; розрахунково-аналітичний метод.

Відповідно до поставленого завдання в роботі проводяться дослідження: аналізу сучасного стану ґрунтів Донецької області, вплив воєнних дій на ґрунти, дана оцінка потенціалу Донецької області з вирощування екологічно безпечної продукції та розроблені заходи щодо зниження негативного впливу поллютантів на агроєкосистеми Донецької області шляхом визначення ефективності застосування органо-мінеральних добрив та застосування стимуляторів росту рослин..

ЕКОЛОГІЧНА ПРОДУКЦІЯ, СІЛЬГОСПУГІДДЯ, СИРОВИННА ЗОНА, АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН.

ABSTRACT

Timchenko K.A. Taking into account the ecosystem of agricultural land when designing raw areas for the cultivation of ecologically safe products. Graduation thesis for the degree of "bachelor" in the specialty 101 Ecology. - State university DonNTU, Lutsk, 2023.

Pages: 51, 8 illustrations, 11 table, 15 references.

The object of research is indicators of the ecosystem of agricultural land in the design of raw material zones for the cultivation of ecologically safe products.

The subject of research is agricultural land with its subsequent design into raw material zones for the cultivation of environmentally safe products

The purpose of the work is to determine the suitability of agricultural land in the design of raw material zones for the cultivation of ecologically safe products by analyzing the ecosystem of the region's soils.

Research methods: a comprehensive research method, which includes the analysis and generalization of literary sources; calculation and analytical method.

In accordance with the assigned task, research is carried out in the work: analysis of the current state of the soils of the Donetsk region, the impact of military actions on the soils, an assessment of the potential of the Donetsk region for growing ecologically safe products, and developed measures to reduce the negative impact of pollutants on the agro-ecosystems of the Donetsk region by determining the effectiveness of the use of organic mineral fertilizers and the use of plant growth stimulants.

ECOLOGICAL PRODUCTS, AGRICULTURAL PROTECTION, RAW MATERIAL ZONE, AGROCHEMICAL INDICATORS, POLLUTANTS, ECOLOGICAL CONDITION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ҐРУНТІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	9
1.1 Аналіз екологічної ситуації на території Донеччини.....	9
1.2 Вплив війни на ґрунти Донеччини.....	10
1.3 Визначення величини антропогенного навантаження на ґрунти Донецької області.....	18
1.4 Постановка мети та завдання.....	21
2 ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ПО ВИРОЩУВАННЮ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	23
2.1 Аналіз ґрунтів адміністративних районів Донецької області по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.....	23
2.2 Агроекологічні характеристики ґрунтів громад Волноваського району Донецької області.....	27
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ АГРОПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	33
3.1 Заорювання органо-мінеральних добрив.....	34
3.2 Позакореневе підживлення рослин гуміновими препаратами.....	36
3.3 Аналіз ефективності прийнятих рішень.....	40
ВИСНОВКИ.....	44
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК Б.....	51

ВСТУП

Забруднення довкілля шкідливими викидами та скидами промислових підприємств, інтенсифікація сільського господарства, неконтрольоване використання мінеральних добрив та інших шкідливих речовин призвело до погіршення якості сільськогосподарської продукції, що напряду впливає на здоров'я населення. Останніми роками широкої популярності у світі набуває практика вирощування екологічно безпечної продукції. Все більше людей, піклуючись про своє здоров'я та стан довкілля, віддають перевагу вживанню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції. Відповідно до цього важливим є визначення сировинних зон, що є придатними для вирощування екологічно безпечної продукції.

Донецька область є промисловим районом де зосереджена значна кількість енергетичних, гірничодобувних та інших промислових підприємств важкої індустрії. Функціонування технологічних комплексів великої потужності призвело до формування агроландшафтів в яких спостерігаються критичні зміни. Так, рівень антропогенного навантаження на агросферу в Донецькій області перевищує середній показник по Україні у 9 разів, і є одним з найбільших по країні.

Починаючи з 2014 року, через російсько-українську війну та окупацію українських територій, різко скоротилась площа сільгоспугідь, а ті що збереглися додатково забруднені важкими металами, радіонуклідами та іншими шкідливими речовинами внаслідок обстрілів. Тому на сьогодні постає питання вирощування екологічно безпечної продукції при сучасному екологічному стані сільгоспугідь Донецького регіону, що є актуальною науково-технічною задачею.

Мета роботи – визначити придатність сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції шляхом аналізу екологічного стану ґрунтів регіону.

Об'єкт досліджень – показники екологічного стану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції.

Предмет досліджень – сільгоспугіддя з подальшим їх проектуванням у сировинні зони з вирощування екологічно безпечної продукції

Для виконання поставленої мети необхідно виконати наступні **задачі**:

1. Проаналізувати стану ґрунтів Донецької області.
2. Виконати оцінку потенціалу Донецької області по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції;
3. Визначити перспективні агропромислові райони Донецької області для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.
4. Запропонувати агротехнічні заходи для підтримання високої врожайності сільськогосподарської продукції та зменшення надходження важких металів та інших шкідливих речовин у ґрунти.
5. Розробити заходи з охорони праці.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ҐРУНТІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз екологічної ситуації на території Донеччини

Індустріалізація Донбасу почалася в ХІХ столітті з інтенсивного розвитку вугільної та хімічної промисловості, металургії, машинобудування та інших екологічно небезпечних видів діяльності. Після десятиліть експлуатації природних ресурсів у східній Україні накопичилася низка екологічних проблем, і будь-який додатковий техногенний тягар може спричинити низку непередбачуваних екологічних наслідків.

Антропогенне навантаження на навколишнє середовище в Україні в кілька разів перевищує показники розвинутих країн світу. Особливо негативні екологічні наслідки простежуються в агросфері, яка займає понад 70% території України. Біологічна активність ґрунтів вказує на здатність ґрунту виконувати свої функції та має вирішальне значення для забезпечення сталості екосистем [1].

Протягом багатьох років Донецька область є однією з найбільш забруднених регіонів країни, через токсичні відходи що накопичувались у ґрунтах надходячи від підприємств хімічної та металургічної промисловості, інтенсивного видобутку вугілля. На території області налічувалось більше 1 тис. підприємств і організацій.

Значна кількість земель, близько 80%, що використовується у сільськогосподарській галузі є орними [2].

Утворення ґрунтів та географічні закономірності розподілу ґрунтового покриву тісно пов'язані з усіма компонентами природного середовища: гірською породою, на якій формується ґрунт, рельєфом місцевості, кліматом, рослинністю, та іншими показниками.

Переважає ґрунтоутворююча порода на території Донбасу є ліси і лісоподібні відкладення. На схилах вододілів, річкових долин і балок, де вони змиті, як ґрунтоутворюючі порід виступають більш давні - вапняки, пісковики, сланці, у заплавах річок - суглинистий алювій.

Ґрунтовий покрив Донецького басейну представлений чорноземним типом ґрунтоутворення, з переважанням чорноземів звичайних на лісових породах та чорноземів на твердих без карбонатних породах.

Особливості рельєфу, клімату, різноманітність ґрунтоутворюючих порід Донецького кряжу зумовили значну строкатість ґрунтового покриву та вертикальну його диференціацію. Тут немає однорідно суглинних ґрунтів на великих просторах, як це спостерігається в інших районах степової зони. Ґрунти, які утворені внаслідок вивітрювання на пісковиках, в більшості випадків мають супіщаний характер, в них міститься переважна кількість щебеню. На крутих схилах та гребенях рухомі та пухкі продукти вітрової ерозії не утримуються, а тому можуть спостерігатися виходи на поверхню кам'янистих порід і мало розвинені сильно щебенюваті ґрунти.

При постійному використанні земель Донецької області у сільському господарстві необхідно безперервно підвищувати родючість ґрунтів. Підвищення родючості ґрунтів, висока інтенсифікація сільськогосподарського виробництва Донбасу потребує широкого застосування органічних, мінеральних та бактеріальних добрив. Все це дає додаткове навантаження на ґрунти [3].

1.2 Вплив війни на ґрунти Донеччини

З 2014 року Донецька область зазнає обстрілів з артилерійських знарядь, ракетних пусків. Через обстріли утворюються воронки, на 2018 рік зареєстрували 15 505 снарядів і утворення воронок сумарної площі 225 км². Припускається, що не менше 392 тон металевих уламків розкидані по території. Все це робить землю малопридатною для сільськогосподарського використання.

Крім того, будь-яка земля, вражена снарядом, непридатна для сільськогосподарського використання, оскільки ґрунт у районі бойових дій є високою ймовірно містити великі концентрації важких металів, небезпечні для здоров'я. Потрапивши в організм людини, вони майже не виходять з нього, а

продовжують накопичуватися, викликаючи нервові, репродуктивні, серцево-судинні захворювання, уражаючи печінку і нирки.

Окрім забруднення землі небезпечними речовинами речовин, вибухи снарядів руйнують верх шар гумусу, необхідний для сільськогосподарської діяльності. Після опадів, важкі метали можуть занурюватися в нижні шари ґрунту, де впливають на рослини. Це займе від 1500 до 7400 років для природного відновлення землі.

Зафіксовано просідання ґрунт на окупованих територіях, це відбувається через те, що не відбувається відведення підземних вод на багатьох шахтах. Влітку 2018 р. ґрунт у Донецьку, згідно із супутникових знімків, просів на 20-25 сантиметрів. Це призведе до знищення доріг, житлових будинків і підприємств, залізниць і ліній електропередач, водо- та газопроводів, захисних споруди і інші небезпечних об'єктів. Станом на жовтень 2018 року в деякі районах Донецька ґрунт просів ще на 12 сантиметрів [4, 5].

Незважаючи на тривалий несприятливий вплив військових дій на всі аспекти як навколишнього середовища, так і на місцеве населення, захист навколишнього середовища, тим не менш, займає сферу найменшого пріоритету в ході військового планування та дій. Збройні конфлікти різними способами впливають на землі та місцевість, поверхневі та ґрунтові води, рослинність і дику природу. Бойові дії значно підвищують ризики виникнення аварій на промислових та інфраструктурних об'єктах. Особливу небезпеку для навколишнього середовища становлять воєнні дії, що відбуваються в промислово розвинутих регіонах з великою концентрацією екологічно небезпечних установок і об'єктів, як, наприклад, у Донецькій області.

Екологічні наслідки війни лише порівняно недавно стали предметом активного занепокоєння. Зараз на цілих ділянках території відсутній будь-який екологічний моніторинг, а багато промислових підприємств працюють у режимі непрозорості, пропонуючи мало достовірної інформації про характер пошкоджень своїх об'єктів та пов'язаної з ними інфраструктури. Державні екологічні інспекції в Донецькій області працюють в дуже складних умовах. З початку воєнних дій

організації, які займаються збором екологічної інформації в області, втратила більшість своїх вимірювальних приладів, а також усі технічні, матеріальні та транспортні засоби, архіви та документацію.

Українська Гельсінська спілка з прав людини опублікувала власний детальний звіт про наслідки війни, приділивши особливу увагу питанню заповідників, за запитом Управління ООН з координації гуманітарних питань (UN OCHA), швейцарські спеціалісти провели швидку польову оцінку екологічних небезпек, які можуть виникнути внаслідок потенційних промислових інцидентів уздовж лінії зіткнення; та на замовлення ЮНІСЕФ австрійський підрядник провів комплексний аналіз компанії «Вода Донбасу» та ризиків для обласного водопостачання. На основі результатів, у тому числі польових досліджень, зібраних у рамках проекту «Оцінка шкоди довкіллю у Східній Україні», було спроба узагальнити всю наявну на сьогодні інформацію про серйозні екологічні проблеми, що постають перед східною Україною та саме Донецькою областю.

Збройні бойові дії сприяють забрудненню від людини шляхом потрапляння в навколишнє середовище фрагментів боєприпасів і продуктів згоряння, пошкоджених частин цивільного та військового обладнання, зруйнованої інфраструктури та інших промислових елементів, наприклад, нафтопродуктів, нафти та мастильних матеріалів. Вплив забруднювачів, які потрапляють у природне середовище, може зберігатися протягом тривалого періоду та є мобільними, прокладаючи собі шлях через харчовий ланцюг, часто становлячи безпосередню токсичну, канцерогенний та мутагенний ризик для населення. Проблеми виникають через високу просторову мінливість цього типу забруднення. Великі польові дослідження забруднення в зоні воєнних дій на сході України виконали три організації: Ecology-People-Law, 2016 (грунти, поверхневі води); Центр гуманітарного діалогу, 2018 (грунтові води, грунти); та Сіверськодонецьке басейнове управління водних ресурсів, в рамках дослідження (грунти, донні відкладення).

Згідно з першими двома дослідженнями, у більшості випадків концентрація важких металів у пробах ґрунту, відібраних із зон бойових дій (у протоколах

переважно зразки ґрунту воронки від снарядів, зібрані незабаром після припинення бойових дій), перевищувала фонове забруднення на коефіцієнт від 1,2 до 1221.

Згідно з аналізом, проведеним Сіверськодонецьким БУВР у 2020 році (табл 1.1), значення хімічного забруднення проб, відібраних у десяти місцях, у середньому дорівнювали фоновим значенням, отриманим у суміжних місцях, що зазнали аналогічних факторів впливу, але які були звільнені від бойових дій.

Таблиця 1.1 – Зведені результати хімічного аналізу ґрунтового складу [6]

Показник, мг/кг	Число точок відбор у проб	Точки за межами охоплених бойовими діями районів			Точки в межах зони ураження бойовими діями			ГДК
		min	середнє	max	min	середнє	max	
Загальне залізо	10	2200	3178	3982	2618	3104	3929	–
Марганець	10	101,1	321,5	428,7	170,9	276,4	429	1500
Загальний хром	10	32,14	98,10	157,8	36,45	77,32	246,7	100
Нікель	10	38,59	75,40	192,8	33,17	68,90	114,2	80
Цинк	10	17,52	43,41	97,09	31,26	44,03	88,54	20
Вести	10	0	10,45	32,41	0	13,33	71,57	30
Мідь	10	2,9	7,965	10,94	6,06	8,025	11,98	55
Кадмій	10	0,51	0,54	0,62	0,5	0,59	0,7	0,5
Стронцій	10	0,20	0,20	21,9	0,2	5,63	25,6	–
Ртуть	10	0,006	0,325	0,8	0,006	0,525	2,05	2,1
Титан	10	548,3	1078	1978	794,6	1119	1690	–
Ванадій	10	28,96	73,93	117,3	56,94	92,29	122,0	150
Нафтопродукти	7	10	50	2270	0	40	110	–
Сірка	2	4,74	–	21,15	16,19	–	22,33	–
γ-випромінювання	10	9	10,5	10,5	11,9	11,5	13	30

Значення ртуті, ванадію, кадмію, нерадіоактивного стронцію та гамма-випромінювання в середньому перевищували фонові рівні в 1,1...1,3 рази. Як

правило, максимальні відмінності від фонових значень за деякими параметрами сягали рівнів у 1,2...2 рази вище, а випадкові значення забруднення досягали 7...17 разів вище фонових рівнів проб, відібраних у містах Слов'янськ і Щастя. Практично у всіх пробах, відібраних у рамках дослідження Сіверськодонецького БУВР, той факт, що деякі значення були вищими в місцях безпосередньо воєнних дій порівняно з тими, що були взяті з фонових місць, не змінив їх положення щодо прийнятних санітарних гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин для ґрунтів України. В окремих випадках, згідно з дослідженнями ЕРЛ та Сіверськодонецького БУВР, було показано, що проби перевищують фоновий рівень більш ніж у 100 разів, при цьому їх відмінність пояснюється факторами, включаючи вибір місць відбору проб, високу мінливість фонових значень забруднення, або відхилення від середніх регіональних значень.

Полеві дослідження впливу бойових дій на забруднення ґрунту та донних відкладень були проведені у наступних середовищах:

- природні заповідники (регіональний ландшафтний парк «Слов'янський курорт»; природний заповідник «Український степ «Крейдяна флора» Національної академії наук України; регіональний ландшафтний парк «Клебан-Бик»);
- територія та околиці промислових об'єктів (Слов'янська ТЕС; Луганська ТЕС та околиці; Лисичанський нафтопереробний завод та околиці);
- житлова забудова (с. Карлівка; м. Маріуполь);
- транспортні засоби (район Краматорського військового аеродрому);
- засоби зв'язку (мовлення) (Карачун, Слов'янськ).

Для дослідження ґрунтів були відібрані території, які безпосередньо постраждали від бойових дій, які були уражені боєприпасами різного калібру та переміщенням військової техніки тощо. Фонові проби були взяті в районах, які, згідно з візуальними спостереженнями та інформацією, наданою місцевими жителями, не постраждали безпосередньо від воєнних дій. За результатами відібраних зразків середні показники хімічного забруднення в районах бойових дій в цілому відповідали фоновим рівням. Зафіксовано систематичне

перевищення у 1,1...1,3 рази по ртуті, ванадію, кадмію, нерадіоактивному стронцію та гамма-випромінюванню. За окремими показниками фоновий рівень зазвичай перевищувався максимально в 1,2...2 рази, в окремих пробах, що були відібраних у містах Слов'янськ та Щастя, спостерігалось перевищення в 7...17 разів. В одному випадку (нерадіоактивний стронцій), перевищення фону в 116 разів (рис 1.1).

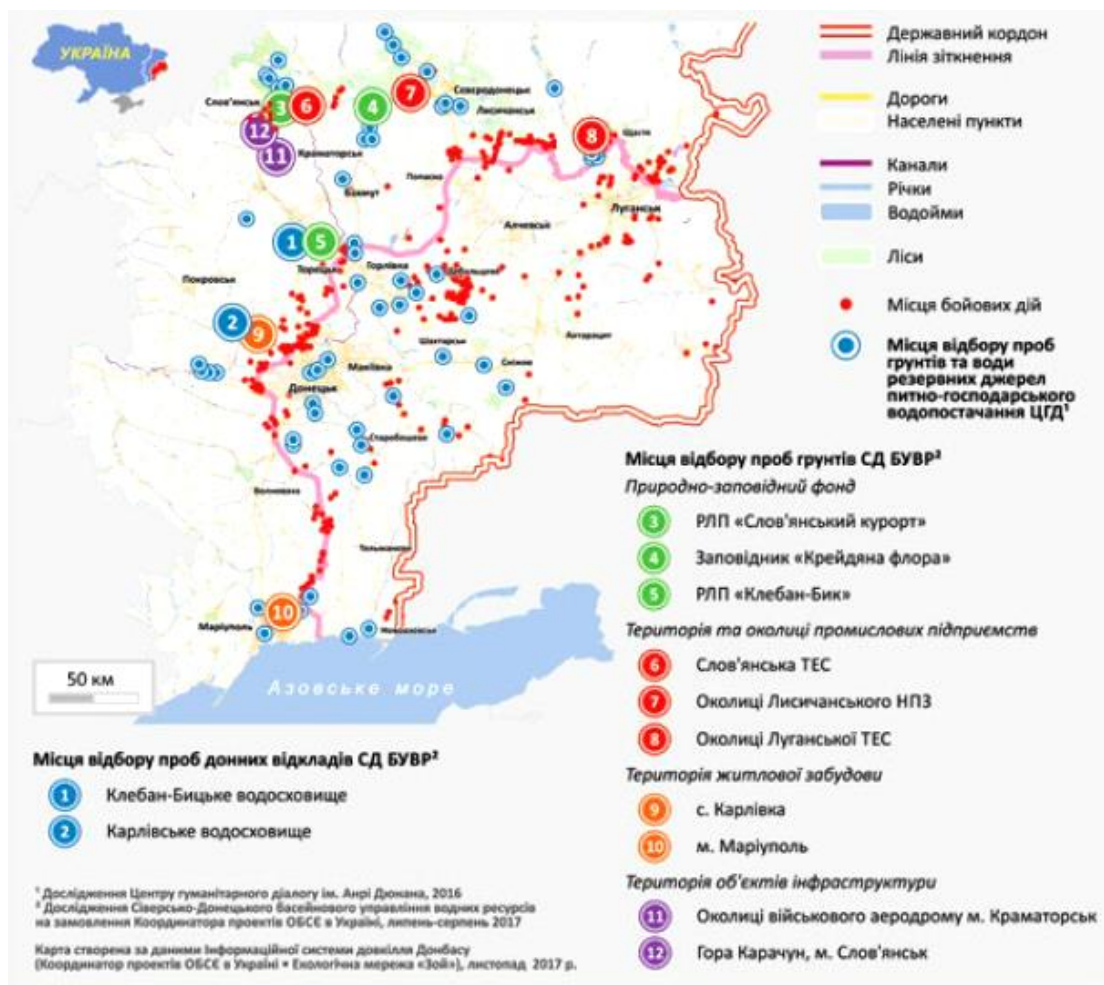


Рисунок 1.1 – Розташування місць відбору проб ґрунтів і донних відкладень [6]

Аналіз відмінностей вмісту важких металів свідчить про можливість бойового впливу (рис .1.2).

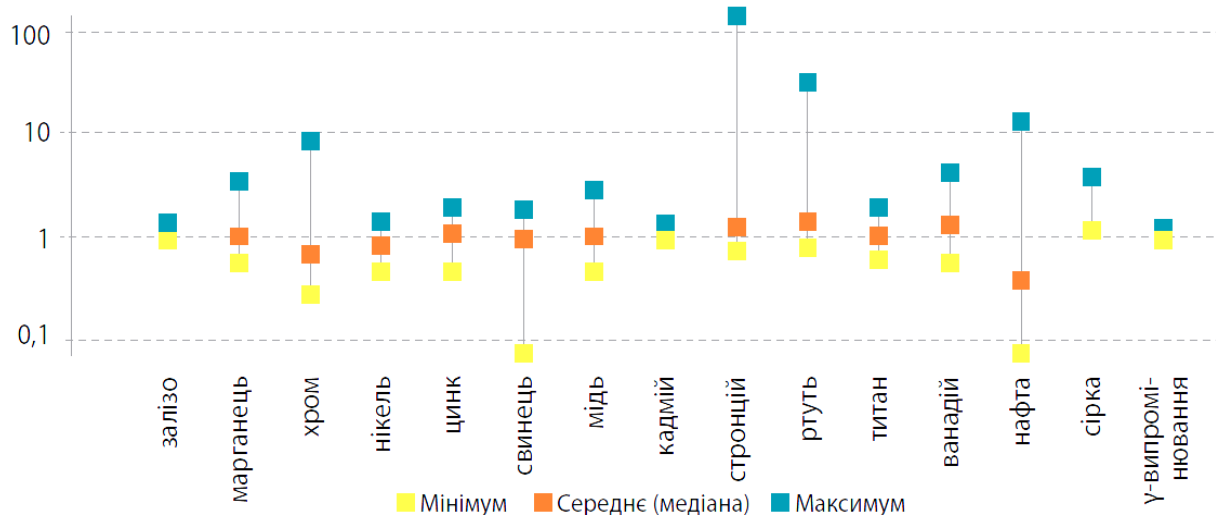


Рисунок 1.2 – Відносна різниця забруднення ґрунтів на територіях, уражених через війну, від фонового рівня [6]

Аналіз багаторічних даних щодо якості поверхневих вод Донецької області спрямований на визначення можливого впливу бойових дій на якість поверхневих вод Донецької області. Об'єктом дослідження були обрані основні річки області. Враховано такі дані:

- спостереження Сіверського Донецького басейнового управління водних ресурсів Держводагентства України;
- інформація з інформаційно-аналітичної системи AquaGuard Українського гідрометеорологічного інституту, що містить дані з Державної мережі гідрометеорологічних спостережень ДСНС України (ДСНС).

Ця система містить серію спостережень за якістю води, починаючи з 1960-х років (для аналізу використовувалися серії з 1996 по 2016 рік). Розташування вище за течією міста Ізюм на Сіверському Донці було обрано як орієнтир через його розташування вище за течією від зони воєнних дій та достатню віддаленість від промислового центру Харкова.

Для порівняння в якості фонових значень використовували проби, отримані з дамб водосховищ з берегів нижньої частини Карлівського та Клебан-Бицького у 2008 році (табл 1.2).

Таблиця 1.2 – Зведені результати хімічного аналізу донних відкладень [6]

Показники, мг/кг	Клебан-Бикське водосховище		Карлівське водосховище	
	2008	2017	2008	2017
Залізо	27070	2667	28390	3240
Загальний хром	444,7	99,1	393,7	97,14
Нікель	63,50	104,9	61,90	44,55
Цинк	173,1	41,7	164	28,22
Свинець	35,8	35,8	35,6	0
Мідь	284,7	7,13	271,7	4,56
Кадмій	5,10	1,21	4,76	2,23
Стронцій	90,3	481,6	85,6	464,5
Титан	4944	2158	4592	2218
Ванадій	93,5	43,24	90,2	96,22
Барій	750,3	13350	724,1	15200

Порівняльний аналіз результатів 2017 року з даними 2008 року показує вищі значення для нерадіоактивного стронцію та значно вищі значення для барію. Слід зазначити, що результати також показують значне зниження концентрації заліза, хрому, цинку та міді та деяке зниження концентрації титану, що частково можна пояснити відмінностями в методах відбору проб.

Дослідження можливого впливу війни на сході України на якість поверхневих вод і потенційні зміни не дали однозначних висновків щодо наслідків впливу війни. Підвищені концентрації біогенних речовин (мінеральних форм азоту та фосфору) спостерігалися як у Сіверському Донці, так і в інших річках.

Отже аналіз польових даних Сіверськодонецького БУВР показує, що забруднення ґрунтів на територіях, зачеплених бойовими діями, в середньому не збільшується або підвищується незначно порівняно з фоновим рівнем (систематичне підвищення від 1,1 до 1,3 рази становило для ртуті, кадмію, ванадію, нерадіоактивного стронцію та γ -випромінювання). За даними інших організацій, у тому числі за пробами, відібраними у воронках від снарядів,

забруднення перевищувало середньообласний фоновий рівень у 1,2...12 разів. Вибіркові випадки значно більших відмінностей можуть бути через відмінності методів відбору проб та зміною геохімічного фону. Порівнюючи дані 2008 року та 2017 року донні відклади Карлівського та Клебан-Бицького водосховищ показали значне забруднення нерадіоактивним стронцієм (у 5 разів) та барієм (у тисячі разів). Що стосується аналізу регулярних спостережень за зміною якості атмосферного повітря та поверхневих вод, то результати не дозволяють зробити висновки щодо екологічного впливу бойових дій, бо не спостерігалось кардинальних змін хімічного складу [6].

1.3 Визначення величини антропогенного навантаження на ґрунти Донецької області

Авторами [7] було проведено дослідження еколого-токсикологічного стану ґрунтів Донецької області для визначення територій, що можуть бути перспективними для проектування сировинних зон, по виробництву екологічно безпечної продукції. За отриманими результатами найбільший вплив на ґрунти спричиняють викиди в атмосферу з промислових агломерацій (рис. 1.3). Накопичення у ґрунтах відбувається за рахунок розсіювання в приземному прошарку атмосфери.

Деградація поверхневого шару ґрунту відбувається через надходження токсичних забруднюючих речовин від промислових об'єктів, через певні умови перетворення у кінцевий продукт (табл. 1.3).

У ґрунтах ландшафтів, що зосереджені поблизу промислових підприємств та автошляхів, міститься значна кількість забруднюючих речовин у вигляді валових (ВФ) і рухомих форм (РФ) важких металів. Дані про вміст важких металів у ґрунтах за 2016-2020 рр. наведено у табл. 1.4.

Таблиця 1.3 – Діючі речовини компонентів викидів на земельні ресурси [7]

Компоненти викидів в атмосфері	Умови реакції	Продукт утворення	Шкідливість для ґрунтів
Пил (важкі метали у вигляді оксидів)	При наявності кислих речовин	Рухомі форми важких металів	Зростання концентрації важких металів, зменшення родючості ґрунту
Сполуки сірки (SO ₂ , H ₂ S, H ₂ SO ₄ та інші)	Фотохімічне окислення, гідроліз	Сірчиста та сірчана кислота	Зниження рН ґрунту до 4...6, зменшення продуктивності зернових на 6...12%
Сполуки азоту (NO, NO ₂ , NH ₃)	Фотохімічне окислення, гідроліз	Азотна кислота амонієві сполуки	Зниження рН ґрунту до 4...6, зменшення продуктивності зернових на 6...12%
Фториди, хлориди та ін.	При наявності кислих речовин, гідроліз	Кислоти (F, Cl та ін.)	Зниження рН ґрунту до 4...6, зменшення продуктивності зернових на 6...12%
Органічні сполуки	Фотохімічне окислення, кислоти	Альдегіди, органічні кислоти, діоксини, органічні радикали та ін.	Зниження родючості ґрунту

Таблиця 1.4 – Вміст важких металів в ґрунтах [8]

Вид промисловості та відстань, км	Масова концентрація, мг/кг								Гумус, %
	Cu		Pb		Zn		Cd		
	ВФ	РФ	ВФ	РФ	ВФ	РФ	ВФ	РФ	
ТЕС, близько 2	22,0-29,1	4,8-6,5	17,8-18,9	0,74-0,98	64,1-68,0	0,77-0,91	0,44-0,96	0,04-0,06	4,4-6,1
ЧМ, близько 2	27,2-26,8	5,5-7,1	27,3-36,4	1,25-1,40	53,6-47,4	0,80-1,00	0,46-0,54	0,04-0,06	4,5-5,8
Сумісні, близько 2	17,6-21,7	2,9-3,4	14,3-19,2	0,75-1,0	62,5-70,1	0,55-0,70	0,53-0,73	0,05-0,07	5,0-5,2
Сумісні, до 20 км	16,7	2,4	12,0	0,69	68,1	0,76	0,50	0,05	4,8-6,2
Сумісні, більше 30 км	16,5	2,4	12,2	0,57	62,5	0,69	0,52	0,06	4,7-6,1

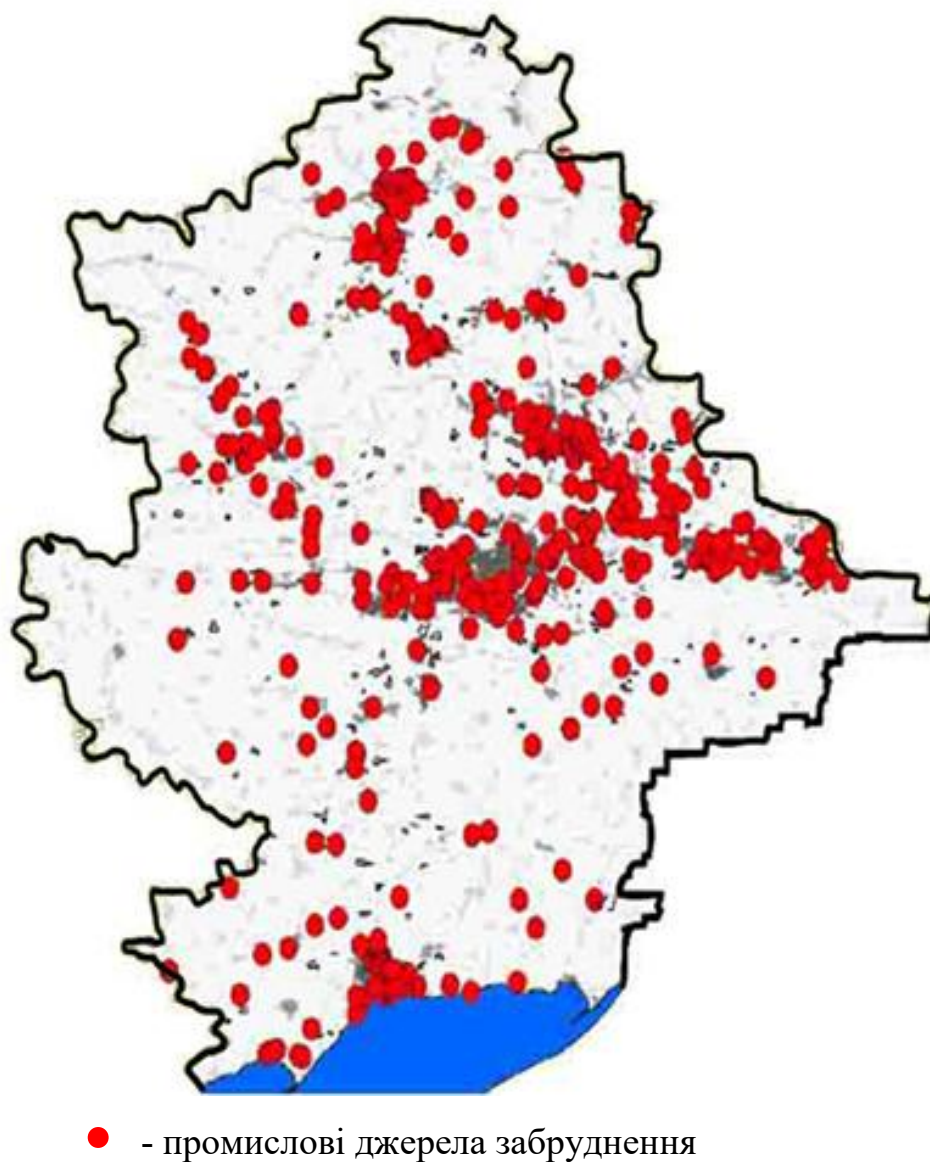


Рисунок 1.3 – Карта-схема розташування джерел забруднюючих речовин [7]

Крім важких металів для Донецької області характерне забруднення ґрунтів фторидами, селенатами, арсенатами, які належать до аніоногенних забруднюючих речовин. Дані щодо середньої концентрації фторидів у ґрунтах за 2016-2020 рр. наведена у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Вміст фторидів в ґрунтах сільгоспугідь Донецької області 2016-2020 рр. [8]

Місцевість області, об'єкт	Відстань, км	Масова концентрація фторидів, мг/кг			Гумус, %
		H ₂ O	0,1M HCl	0,1M NaOH	
ТЕС, Слов'янськ					
- промплоща	0,5	8,4	1,6	3,4	1,9
- переліг	1,0	7,9	0,9	3,4	4,0
- с/г угіддя	3,0	5,8	0,9	2,5	4,4
- с/г угіддя	10,0	6,3	0,6	2,5	4,1
- с/г угіддя	15,0	6,0	0,5	2,0	4,3
- с/г угіддя	25,0	5,5	0,7	2,0	5,5
- переліг	29,0	2,7	0,5	0,8	4,2
Нац. парк «Святі гори»					
- крейдові відкладення	>50	1,3	1,1	0,7	2,1
- прибережні оголення (р. Сіверський Донець)	>50	0,8	0,7	0,5	1,9
Відстань до відвалу, км	Покровський район діючий терикон, що горить, h ~30 м				
0,5		23,9	11,0	47,2	4,1
1,0		15,0	7,3	30,0	
1,5		13,9	6,4	27,8	
5,0		12,2	6,1	24,5	

Таким чином, згідно з наведеними у таблиці даними, видно, що підвищені концентрації фторидів спостерігаються у ґрунтах, що віддалені від промислових територій. Це перевищення здебільшого пов'язано з неконтрольованим використанням мінеральних добрив у агропромисловому секторі [8].

1.4 Постановка мети та завдання

Узагальнюючи вищевказане, наслідком розміщення значної кількості промислових підприємств в Донецькій області є високий рівень антропогенного навантаження на ґрунти, який у 9 разів вище за середній показник в Україні. Від підприємств хімічної та металургічної промисловості, інтенсивного видобутку вугілля надходять в атмосферу, а потім осідає на ґрунти велика кількість забруднюючих речовин зокрема пил важких металів, фторидів,

хлоридів, сполук азоту, органічних речовин та ін. Більше 80% земель області, що використовується у сільськогосподарській галузі є орними.

Величезний негативний вплив спричинила війна на сході. Починаючи з 2014 року, через російсько-українську війну та окупацію українських територій, різко скоротилась площа сільгоспугідь, а ті що збереглися додатково забруднені важкими металами, радіонуклідами та іншими шкідливими речовинами внаслідок обстрілів. Так, через постійні обстріли по землі розкидано не менше 392 тон металевих уламків, а місцями (особливо у воронках від снарядів) концентрація важких металів перевищує норму у сотні разів. Тому на сьогодні постає питання вирощування екологічно безпечної продукції при сучасному екологічному стані сільгоспугідь Донецького регіону.

Мета роботи – визначити придатність сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції шляхом аналізу екостану ґрунтів регіону.

Об’єкт досліджень – показники екостану сільгоспугідь при проектуванні сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції.

Предмет досліджень – сільгоспугіддя з подальшим їх проектуванням у сировинні зони з вирощування екологічно безпечної продукції

Для виконання поставленої мети необхідно виконати наступні **задачі**:

1. Проаналізувати стану ґрунтів Донецької області.
2. Виконати оцінку потенціалу Донецької області по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції;
3. Визначити перспективні агропромислові райони Донецької області для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.
4. Запропонувати агротехнічні заходи для підтримання високої врожайності сільськогосподарської продукції та зменшення надходження важких металів та інших шкідливих речовин у ґрунти.
5. Розробити заходи з охорони праці.

2 ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ПО ВИРОЩУВАННЮ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1 Аналіз ґрунтів адміністративних районів Донецької області по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції

Забруднення довкілля шкідливими викидами та скидами промислових підприємств, інтенсифікація сільського господарства, неконтрольоване використання мінеральних добрив та інших шкідливих речовин призвело до погіршення якості сільськогосподарської продукції, що напряду впливає на здоров'я населення. Останніми роками широкої популярності у світі набуває практика вирощування екологічно безпечної продукції. Все більше людей, піклуючись про своє здоров'я та стан довкілля, віддають перевагу вживанню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції. Відповідно до цього важливим є визначення сировинних зон, що є придатними для вирощування екологічно безпечної продукції.

Одним зі шляхів отримання інформації про екологічний стан регіонів та перспективності щодо проектування на їх території сировинної зони по вирощування екологічно безпечної продукції є проведення агроекологічного моніторингу, під час якого збирається та аналізується наступна інформація:

- територіальне розташування досліджуваного регіону, його кліматичні показники;
- стан поверхневих та підземних вод;
- наявність на досліджуваній території промислових підприємств та їх внесок у забруднення довкілля;
- шляхи надходження ксенобіотиків у сільськогосподарські ландшафти;
- рівень антропогенного навантаження на сільськогосподарські ландшафти;
- агроекологічні та агрохімічні показники сільськогосподарських ґрунтів.

Донецькою державною сільськогосподарською дослідною станцією були проаналізовані ґрунти адміністративних районів Донецької області за рівнем техногенного навантаження на них, а також за агрохімічними показниками [8].

В таблицях 2.1-2.2 наведені усереднені значення, які було визначено для нових районних одиниць, утворених у 2020 році внаслідок проєкту децентралізації.

Таблиця 2.1 – Аналіз ґрунтів адміністративних районів Донецької області за рівнем техногенного навантаження

Район	Усереднена площа с/г земель за рівнем техногенного навантаження, %		
	Придатні	Обмежено-придатні	Техногенно-деградовані землі
Бахмутський	10	80	10
Волноваський	92	5	3
Горлівський	30	40	30
Донецький	45	35	20
Кальміуський	65,5	23	11,5
Краматорський	81	14	5
Маріупольський	57,3	38,3	4,4
Покровський	55	21,7	23,3
Всього	54,5	32,1	13,4

Всі досліджувані ґрунти були поділені на три категорії:

- перша категорія – ґрунти, які за агроекологічними та агрохімічними показниками, є придатними для створення агропромислової сировинної зони з вирощування екобезпечної продукції;

- друга категорія – ґрунти, які за агроекологічними та агрохімічними показниками, є обмежено придатними. Створення агропромислової сировинної зони з вирощування екобезпечної продукції на таких землях потребує додаткового проведення комплексу агротехнічних заходів;

- третя категорія – техногенно-деградовані ґрунти, до яких віднесено землі, порушені внаслідок ведення гірничих робіт та сильно еродовані землі. Залучення

техногенно-деградованих ґрунтів в агропромисловий сектор можливо лише після проведення комплексу відновлювальних робіт, які є основою сільськогосподарського напрямку рекультивації.

Таблиця 2.2 – Аналіз ґрунтів адміністративних районів Донецької області за агрохімічними показниками

Район	Усереднена площа с/г земель за агрохімічними показниками, %		
	Придатні	Обмежено-придатні	Техногенно-деградовані землі
Бахмутський	25	65	10
Волноваський	53,5	43,5	3
Горлівський	20	50	30
Донецький	45	35	20
Кальміуський	45	43,5	11,5
Краматорський	33	62	5
Маріупольський	15	80,6	4,4
Покровський	40	36,7	23,3
Всього	34,6	52	13,4

Відповідно до таблиці 2.1 в Донецькій області близько 13,4% ґрунтів є техногенно-деградованими. Найбільшого техногенного навантаження зазнають ґрунти Горлівського, Покровського та Донецького районах, що пов'язано з розміщенням на цих територіях значної частки гірничодобувних, хімічних та енергетичних підприємств області. Найменший рівень техногенного навантаження на ґрунти спостерігається у Волноваському, Краматорському та Кальміуському районах.

Найкращі агрохімічні показники мають ґрунти Волноваського, Донецького та Кальміуського районів, а найгірші – Маріупольського, Горлівського та Бахмутського районів.

На рисунку 2.1 наведена картосхема Донецької області із зазначенням ділянок з придатними, обмежено-придатними ґрунтами для вирощування

Таким чином, в Донецькій області близько 54,5% ґрунтів за рівнем техногенного навантаження та 34,6% ґрунтів за агрохімічними показниками є придатними для вирощування екологічно безпечної с/г продукції. Найбільший потенціал по розміщенню сировинних зон для вирощування екологічно безпечної с/г продукції має Волноваський район.

2.2 Агроекологічні характеристики ґрунтів громад Волноваського району Донецької області

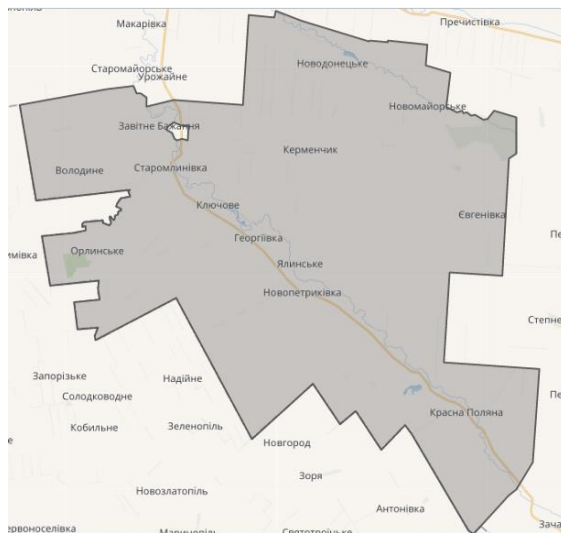
Основним фактором, що суттєво впливає на екологічний стан сільськогосподарських ґрунтів Донецької області є промислові підприємства. Саме вони є джерелом надходження у довкілля, з викидами та скидами, важких металів, радіонуклідів, твердих часток та інших шкідливих елементів. Відповідно, чим більше поблизу сільськогосподарських угідь промислових підприємств, тим більшого техногенного навантаження вони зазнають.

Згідно з аналізом територіально-просторового розміщення промислових підприємств Донецької області, видно, що найменша кількість підприємств зосереджена у південно-західній частині Волноваського району – у межах Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади (рис. 2.2). Оскільки дані громади складаються переважно з сіл та селищ міського типу то основна промисловість представлена фермерськими господарствами.

У межах Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади відсутні промислові енергетичні підприємства та підприємства важкої індустрії. За останні майже 30 років на цій території спостерігається зменшення кількості забруднень, що надходять від стаціонарних джерел. Якщо у 1995 році щорічні валові викиди в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення становили 0,3 тис. т, то у 2020 році – 0,1 тис. т., що пов'язано зі скороченням кількості промислових підприємств.



а



б

Рисунок 2.2 – Межі Великоновосілківської селищної громади (а) та Старомлинівської сільської територіальної громади (б)

Також всі підприємства, що розташовані на території цих громад, по скидах стічних вод і накопиченню відходів, не є екологічно небезпечними. Основними забруднювачами атмосферного повітря є автомобільний транспорт, а також місцеві котельні та приватні домогосподарства, які в холодний період обігріваються, переважно, вугіллям.

Ґрунти, на яких планується вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції, повинні отримати статус спеціальної сировинної зони. Цей статус надається відповідно до встановлених вимог [7], на підставі даних нітрифікаційної здатності ґрунтів, а також лабораторних даних щодо вмісту в них важких металів.

Нітрифікаційна здатність ґрунтів визначалась на підставі даних агрохімічної паспортизації земель, дані щодо вмісту важких металів було взято в Донецькій дослідній станції, яка проводила моніторингові дослідження цих ґрунтів.

Визначено, що нітрифікаційна здатність ґрунтів у фермерських господарствах на території Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади становить 140-220 мгNO₃/кг.

Дані щодо рН, вмісту поживних речовин та важких металів наведено в таблиці 2.3.

Згідно з таблицею 2.3 ґрунти селищних громад за показником рН є нейтральними, вміст важких металів знаходиться в межах допустимих нормативів.

Таблиця 2.3 – Агрохімічні показники ґрунтів Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади

Показник		Діапазон значень	Середній вміст	Допустимий вміст
Щільність забруднення Цезієм-137, Кі/км ²		0,15-0,20	0,19	1,0
Вміст важких металів, мг/кг	Cd	0,23-0,86	0,55	1,0
	Pb	6,3-23,2	14,2	30,0
	Hg	0,01-0,07	0,04	0,11
	Mn	3,0-122,0	68	1500
	Zn	36,1-77,0	58,9	115
	Cu	12,3-25,0	18,0	55,0
Вміст гумусу в орному шарі, %		3,3-4,5	4,1	-
рН		7,0	7,0	6,1-7,0
Вміст поживних речовин, мг/кг ґрунту	P	82-161	111	-
	K	150-235	194	-
	N	87-128	120	-

Вміст гумусу в орному шарі варіюється від середнього (3,3%) до підвищеного (4,5%), такі землі, відповідно до ДСТУ 4362:2004 відносять до малогумусних. Вміст поживних речовин (фосфору, калію та азоту) характеризується як високий та дуже високий (середній та підвищений вміст фосфору, високий та дуже високий вміст азоту та калію) [10].

На рисунках 2.3-2.5 наведені картосхеми ґрунтів Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади за вмістом важких металів, фосфору, гумусу.

Таким чином, враховуючи агроекологічні та агрохімічні показники, а також відсутність поблизу підприємств важкої індустрії, можна зробити висновок, що Великоновосілківська селищна громада та Старомлинівська сільська територіальна громади є перспективними агропромисловими районами Донецької області для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції. Однак задля збереження високого вмісту поживних речовин в цих ґрунтах необхідно дотримуватися оптимальних термінів посіву, а також застосовувати додаткові агротехнічні заходи, такі як: сівозміни, правильна оранка та додаткове внесення органічних добрив.

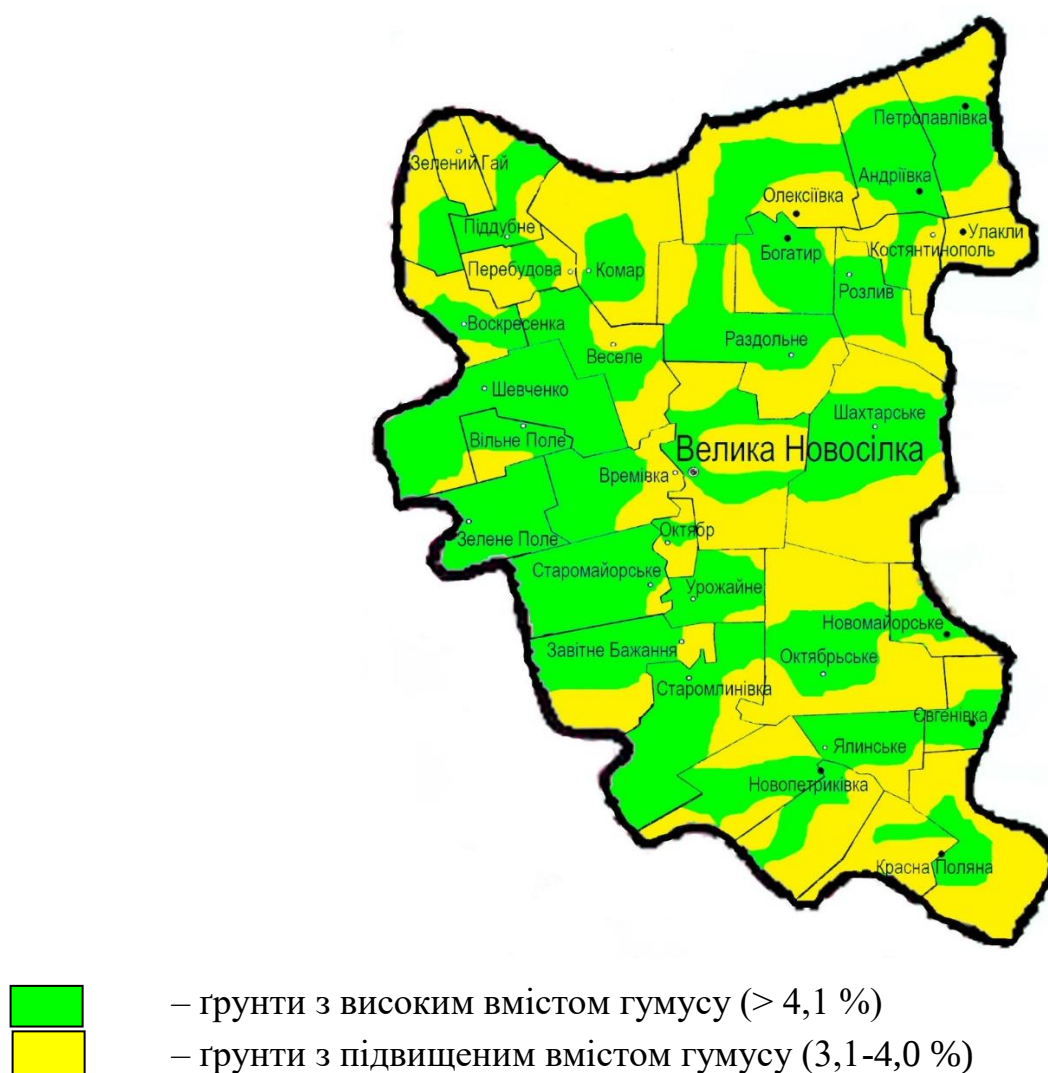


Рисунок 2.3 – Картосхема ґрунтів Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади за вмістом гумусу

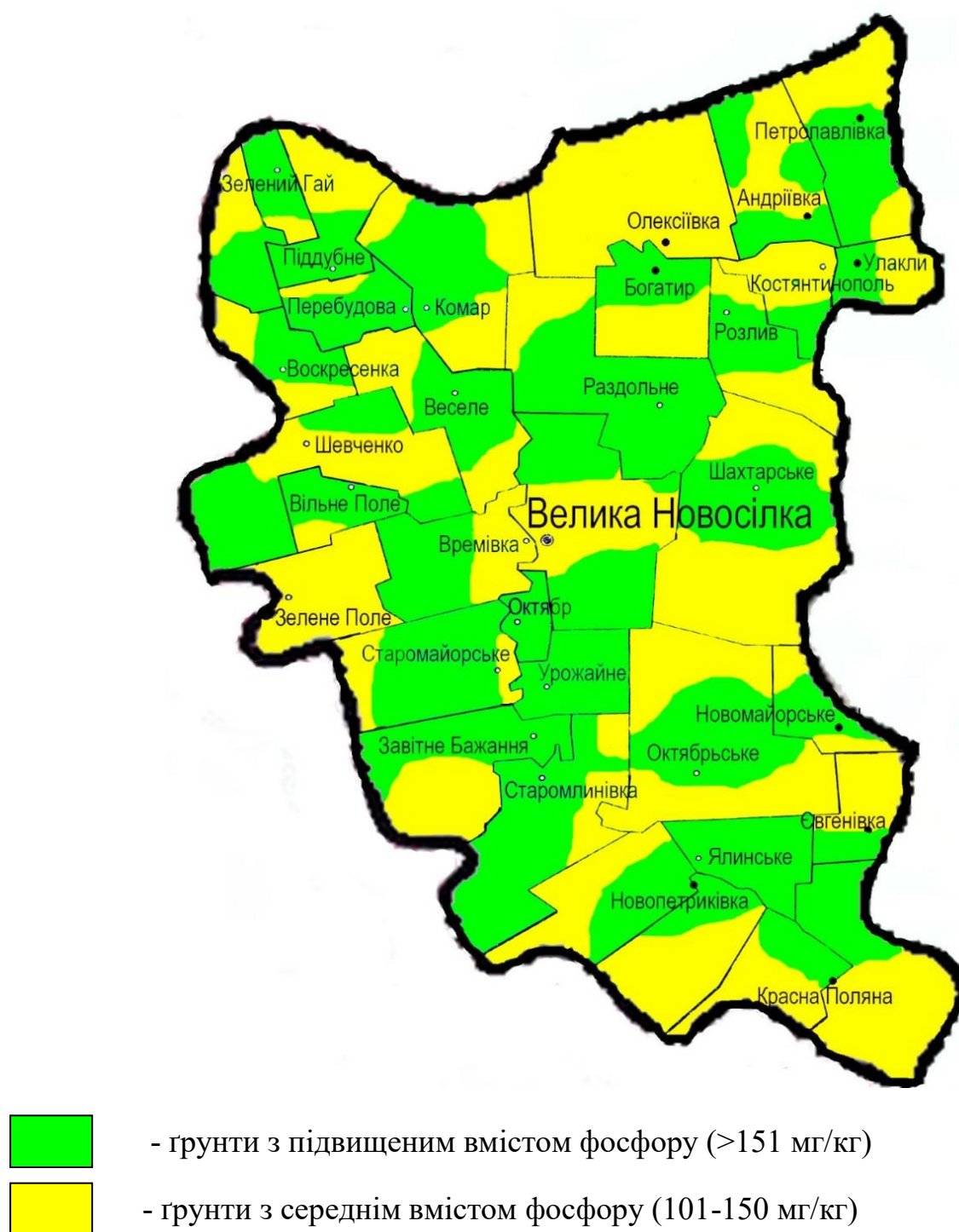


Рисунок 2.4 – Картосхема ґрунтів Великоновосілівської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади за вмістом фосфору

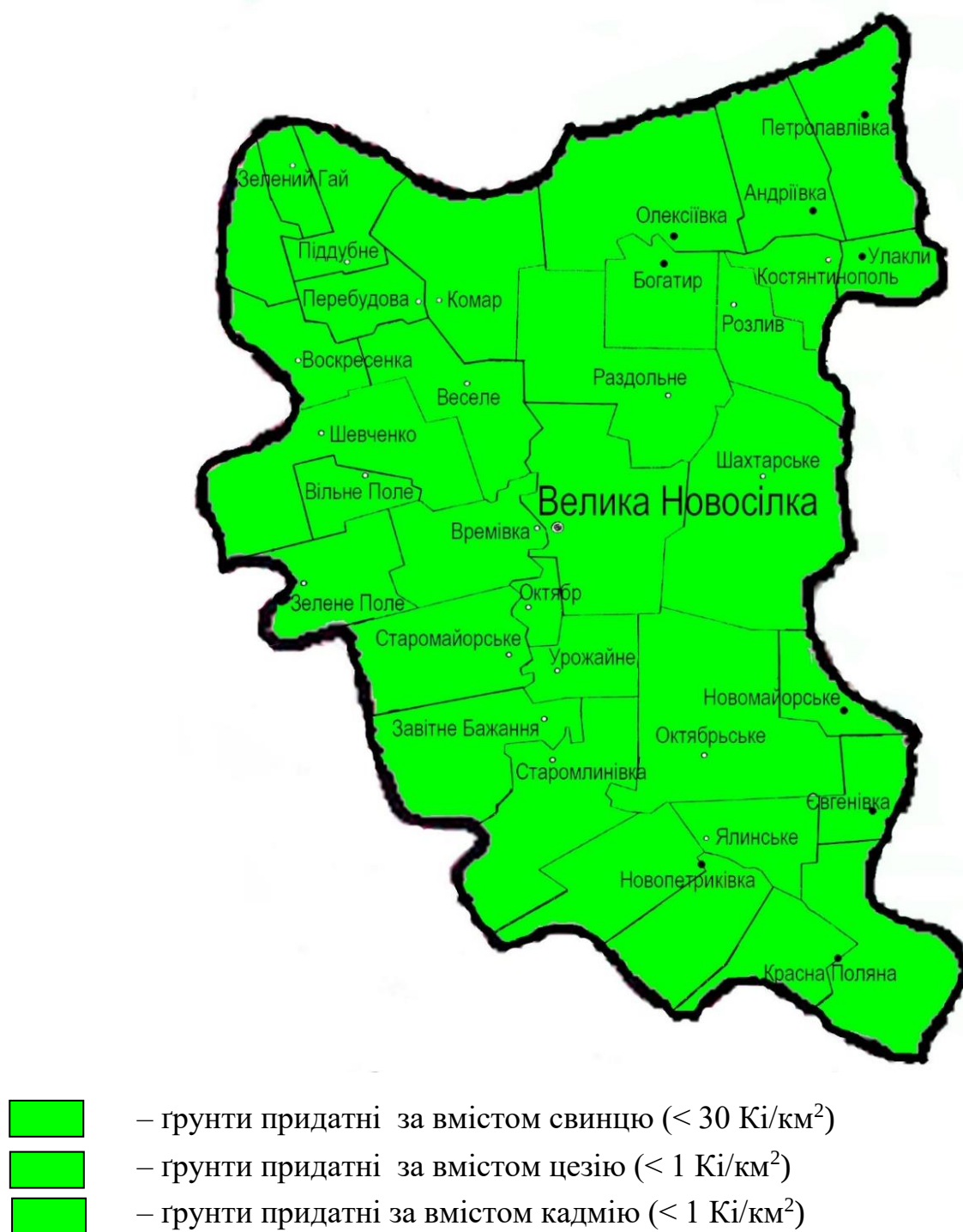


Рисунок 2.5 – Картосхема ґрунтів Великоновосілівської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади за еколого-токсикологічним станом

3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ АГРОПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

В попередньому розділі було визначено, що близько 54,5% земель в Донецькій області, за рівнем техногенного навантаження, є придатними для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Однак ведення сільського господарства, навіть дбайливого, завжди супроводжується виснаженням ґрунтів з погіршенням їх агроекологічних показників. У зв'язку з чим, важливим є вживання агротехнічних заходів, які б не тільки попереджали деградацію ґрунтів, а й поліпшували їх екологічний стан.

До загальних вимог, яких слід дотримуватися при вирощуванні екологічно безпечної продукції, можна віднести наступні:

1. Звести до мінімуму використання мінеральних добрив та віддати перевагу на користь безпечних органічних добрив.

2. Всі органічні добрива, що застосовуються, повинні бути створені на основі екологічно чистих компонентів.

3. Для поліпшення агроекологічних показників ґрунтів слід застосовувати природні способи їх відновлення, наприклад сівозміну та біологічну меліорацію.

4. Для позакореневої обробки рослин слід використовувати речовини біологічного походження.

5. Підбір рослин, що планується вирощувати на одній ділянці, повинен проводитися з урахуванням їх конкурентоспроможності. Доречно поряд висаджувати такі рослини, які б у сукупній дії пригнічували ріст бур'янів і не допускали розвиток хвороб та патогенної мікрофлори.

Для Донецької області, як промислового району, при вирощуванні екологічно безпечної продукції необхідно проведення постійного моніторингу надходження в ґрунти екологічних токсикантів промислового походження. Обов'язковим є також контроль надходження та накопичення рослинами важких металів та радіонуклідів.

Згідно з літературними даними визначено, що для аграрнокліматичних умов Донеччини найкращими заходами щодо зменшення надходження важких металів, радіонуклідів та екотоксикантів у сільськогосподарські рослини під час вегетаційного періоду є заорювання різними органо-мінеральними добривами і позакореневе підживлення рослин гуміновими препаратами на стадії вегетації.

3.1 Заорювання органо-мінеральних добрив

Використання органічних добрив не є новим в практиці ведення сільського господарства. Найрозповсюдженішим органічними добривом, що використовується з давніх часів, є гній від сільськогосподарських тварин. Однак у 20 сторіччі, внаслідок інтенсифікації сільського господарства, скорочення тваринницьких комплексів, а отже і скорочення обсягу утворюваного гною, більшість фермерських господарств вимушено перейшли на мінеральні добрива. Однак використання надмірної кількості мінеральних добрив, а також вирощування монокультур призвели до проблем деградації ґрунту, таких як ерозія, засолення, виснаження органічної речовини ґрунту та дисбаланс поживних речовин.

Однією з проблемою використання гною є важкість його транспортування в чистому вигляді, тому здебільшого гній використовується лише поблизу розміщення тваринницьких комплексів. Враховуючи обмеженість гною, а також важкість його транспортування, перспективним є створення на його основі органо-мінеральних добрив.

Органо-мінеральні добрива отримують в результаті об'єднання, через хімічні процеси (термічна конверсія, анаеробне зброджування та твердофазна ферментація), неорганічних добрив з високим вмістом поживних речовин з органічним компонентом – гноєм.

Найпростішою технологією виготовлення органо-мінеральних добрив є змішування зволоженої органічної сировини з лужними побічними компонентами, такими як гіпс, цемент, вапно, та попелу з подальшою

оптимізацією вмісту NPK, шляхом додавання калію, фосфатів та рідкого аміаку [11].

Як альтернативну сировину, при виробництві органо-мінеральних добрив, можна застосовувати осад стічних вод, що містить органічну складову. Так, наприклад, за оцінками Європейського союзу, в осаді стічних вод після процесів нітрифікації/денитрифікації залишається 20–30% азоту що становить 0,46–0,93 млн. тонн у європейському масштабі. Щодо фосфору, то близько 0,52 млн тонн P_2O_5 залишається в осаді стічних вод після процесів очищення [12]. В Україні дослідження щодо кількості азоту та фосфору, що накопичується за рік у осаді стічних, наразі не проводилися.

Крім основних поживних речовин, осад стічних вод також багатий на органічні речовини. Органічна речовина відіграє ключову роль у підтримці правильного водно-повітряного та теплового режиму ґрунту, знижує її схильність до деградації в результаті ерозійних процесів, підвищує буферну ємність ґрунту, сорбційну ємність та здатність до обміну катіонів.

Перед використанням гною або осаду стічних вод, для виробництва органо-мінеральних добрив, необхідно попередньо провести лабораторні дослідження їх хімічного складу задля того, щоб обрати правильну пропорцію при поєднанні з мінеральною складовою.

Застосування спільної переробки мінеральних та органічних сполук, на відміну від окремого їх застосування, виправдано одержаною додатковою цінністю кінцевих продуктів за рахунок специфічних хімічних взаємодій – покращена біодоступність поживних речовин рослинам, більш висока хімічна реакція та властивості повільного вивільнення. До того ж органо-мінеральні добрива мають підвищену концентрацію поживних речовин, тому норми їх внесення є нижчими на відміну від окремого застосування мінеральних чи органічних добрив.

Дослідження проведені на базі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції щодо використання органо-мінеральних добрив свідчать про ефективність їх застосування на агропромислових полях Донеччини (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Ефективність застосування органо-мінеральних добрив

Дослід, внесено	Урожайність ц/га	Вміст важких металів в основній продукції, мг/кг			
		Cu	Pb	Zn	Cd
Ярий ячмінь					
Контроль	20,4	3,3	0,70	24,6	0,05
Органо- мінеральні добрива, 5т/га	22,5	2,9	0,55	24,0	0,04
Соняшник					
Контроль	35,6	4,5	0,12	28,0	0,04
Органо- мінеральні добрива, 5т/га	42,5	3,9	0,10	29,5	0,04

Як видно з наведених у таблиці даних, використання органо-мінеральних добрив, в умовах степової зони, у пропорції 5 тонн на гектар дозволяє збільшити на 10,3% врожайність ярого ячменю та на 19,4% врожайність соняшника. Окрім підвищення врожайності, органо-мінеральні добрива здатні зменшити у ґрунтах концентрацію міді на 13-14%, свинцю на 17-22%, цинку на 3% та кадмію на 20%, що є важливим для промислових районів зі значним рівнем антропогенного навантаження.

3.2 Позакореневе підживлення рослин гуміновими препаратами

На ґрунтах, що зазнають антропогенного навантаження й на яких існує ризик накопичення та винесення рослинами важких металів та інших шкідливих елементів, що містяться в атмосферному повітрі, ґрунтах та водах, необхідно запроваджувати агротехнічні заходи які можуть запобігти перенесенню екологічних токсикантів з довкілля в сільськогосподарську продукцію. Одним з дієвих способів є позакореневе підживлення сільськогосподарських рослин гуміновими препаратами.

Гумінова кислота є основним компонентом гумусу і являє собою органічну сполуку, яку отримують в результаті розкладання рослинних і тваринних залишків. Перевагою застосування гумінової кислоти є те, що вона здатна покращити структуру ґрунту, сприяти поліпшенню вологоутримуючих властивостей та збільшити поглинання поживних речовин рослинами. Наукові дослідження, які проводять вчені-аграрії у всьому світі показують, що гумінова кислота може бути використана як регулятор зростання для регулювання рівня гормонів, поліпшення росту рослин та підвищення стресостійкості. В умовах дефіциту води позакореневе підживлення гуміновими кислотами збільшує утримання води в листі, а також збільшує фотосинтетичний та антиоксидантний метаболізм.

Гумінові кислоти можуть бути вилучені з будь-якого матеріалу, який містить органічну речовину, що добре розклалася – ґрунту, вугілля, компостів і т.п. Екстракція здійснюється шляхом обробки цих матеріалів розчином їдкого натру, який розчиняє більшу частину присутніх органічних речовин.

Найбільш безпечними гуміновими препаратами є ті, що отримані з вермикомпостів великої рогатої худоби, харчових та паперових відходів.

Дослідження вирощування овочевих культур, таких як огірки та помідори, із застосуванням позакореневого підживлення рослин гуміновими препаратами [13] лише підтвердили здатність гумінових кислот впливати на врожайність культур. Однак важливим є дотримання оптимальних доз внесення гумінових кислот. Дослідження показали, що ріст рослин посилювався при їх обробці розчином, що містить 50-500 мг/кг гумінових кислот, але часто значно знижувалося, коли концентрації гумінових кислот, у ґрунтовому середовищі, перевищували 500-1000 мг/кг. Таким чином, надмірна кількість гумінових кислот викликає ряд порушень обміну речовин у рослині, що в кінцевому підсумку призводить до зниження врожаю.

На базі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції були проведені дослідження ефективності позакореневого підживлення ярового ячменю та озимої пшениці гуміновим препаратом «Гумісол». Даний препарат є

мінерально-органічним, містить весь необхідний комплекс макро та мікро елементів, і є продуктом переробки червоними каліфорнійськими черв'яками гною великої рогатої худоби. Гуміновий препарат «Гумісол» можна застосовувати комбіновано, або окремо:

- 1) для виготовлення розчину в якому замочують зерна та насіння перед висадкою у відкритий ґрунт;
- 2) для виготовлення розчину, що застосовується для позакореневої обробки рослин [14].

Під час проведення дослідження зернові культури було висаджено на чотирьох експериментальних ділянках:

1. Перша ділянка була еталонною. Тут були висаджені зерна ярового ячменю та озимої пшениці, які не оброблювались жодними гуміновими препаратами.

2. На другій ділянці були висаджені зерна ярового ячменю та озимої пшениці, які перед посадкою у відкритий ґрунт, були оброблені напівсухим способом розчином «Гумісол» у пропорції 10 л на 1 т зернових (концентрація препарату 1 л/т)

2. На третій експериментальній ділянці було висаджені зерна ярового ячменю та озимої пшениці, рослини яких під час трьох фаз вегетаційного періоду (1 фаза – початок кушіння, 2 фаза – кінець кушіння, 3 фаза – колосіння) обробляли позакореневим способом розчином «Гумісол» у пропорції 500 л на 1 га поля, з концентрацією 0,5 л чистого розчину на 1 га.

3. На четвертій експериментальній ділянці застосовували комбіновану обробку зернових препаратом «Гумісол», тобто – перед посадкою у відкритий ґрунт та позакореневим способом під час вегетаційного періоду.

У таблиці 3.2-3.3 наведені показники вмісту важких металів у зернових культурах.

Таблиця 3.2 – Вміст важких металів у зернах ярового ячменю, що вирощений при застосуванні гумінового розчину «Гумісол» [15]

Номер експериментальної ділянки	Врожайність, ц/га	Вміст важких металів у зернах, мг/кг				
		Se	As	Pb	Cd	Zn
Перша ділянка	21,7	0,90	0,87	3,12	0,56	53,2
Друга ділянка	22,4	0,90	0,70	5,55	0,56	52,0
Третя ділянка	24,6	0,72	0,50	2,44	0,50	49,0
Четверта ділянка	29,8	0,70	0,27	2,14	0,45	51,0

Таблиця 3.3 – Вміст важких металів у зернах озимої пшениці, що вирощена при застосуванні гумінового розчину «Гумісол» [15]

Номер експериментальної ділянки	Врожайність, ц/га	Вміст важких металів у зернах, мг/кг				
		Se	As	Pb	Cd	Zn
Перша ділянка	58,4	0,80	0,97	2,39	0,63	59,3
Друга ділянка	59,4	0,80	0,59	2,40	0,61	58,7
Третя ділянка	63,7	0,70	0,39	1,98	0,50	53,0
Четверта ділянка	63,7	0,70	0,37	1,64	0,44	51,9

Як видно, з наведених у таблиці даних, передпосівна обробка посівного матеріалу зернових культур гуміновим препаратом «Гумісол», впливає на зменшення вмісту у готовій зерновій продукції на 20-40% арсену та на 1% цинку, й зовсім не впливає на зменшення вмісту селену та кадмію. При цьому у зернах ярового ячменю спостерігалось підвищення концентрації свинцю на 77%.

При позакореновому підживленню рослин гуміновим препаратами «Гумісол» спостерігається зменшення у готовій зерновій продукції на 12,5-20% селену, на 42-60% арсену, на 17-21% свинцю, на 11-21% кадмію та на 7,89-10,6% цинку.

Найбільш ефективним, для аграрно кліматичних умовах Донецької області, виявився комбінований спосіб застосування гумінових препаратів. Так у готовій зерновій продукції спостерігається зменшення вмісту селену на 12,5% у яровому

ячмені та 22,2% у озимій пшениці. Вміст арсену зменшився на 61-70%, свинцю – 31,4%, кадмію – 19,6-30,2% та цинку – 4-13%. Зниження концентрацій цих токсичних елементів у сільськогосподарській продукції, скоріш за все, обумовлено блокуванням рухомості токсичних речовин за рахунок утворення високомолекулярних комплексних сполук, а також зміни форм існування цих токсичних речовин та їх здатності мігрувати у сільськогосподарських рослинах.

Таким чином, вдалося встановити, що застосування гумінового препарату «Гумісол» не лише зменшує вміст важких металів у готовій продукції зернових культур, а й сприяє підвищенню їх врожайності. Комбінований спосіб застосування гумінового препарату сприяв підвищенню врожайності озимої пшениці на 9%, що еквівалентно 5,3 центнера на гектар, а ячменя ярового на 37%, тобто на 8,1 центнера на гектар.

3.3 Аналіз ефективності прийнятих рішень

Відповідно до аграрно екологічних та аграрно хімічних показників, а також з урахуванням рівня антропогенного навантаження на територію, було встановлено, що найбільш перспективними агропромисловими районами Донецької області для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції є Великоновосілківська селищна громада та Старомлинівська сільська територіальна громади, що розташовані у південно-західній частині Волноваського району.

Однак Донецька область є промисловим районом, в якому зосереджена значна кількість промислових підприємств важкої індустрії, що підвищує ризик накопичення та винесення рослинами важких металів та інших шкідливих елементів, що містяться в атмосферному повітрі, ґрунтах та водах. Відповідно на ґрунтах Великоновосілківської селищної громади та Старомлинівської сільської територіальної громади, на яких планується створення сировинних зон по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції, необхідно

запроваджувати агротехнічні заходи які можуть запобігти перенесенню екологічних токсикантів з довкілля в сільськогосподарську продукцію.

Дієвими агротехнічними заходами є підживлення сільськогосподарських рослин гуміновими препаратами, а також застосування органо-мінеральних добрив.

Була порахована собівартість застосування гумінових препаратів на 1 ц готової продукції при комбінованому способі застосування.

Для напівсухої обробки посадкового матеріалу необхідно використати 1 л/т або 0,1 л на 1 ц «Гумісол».

Відповідно, вартість обробки 1 ц посадкового матеріалу дорівнює:

$$N_{\text{пос}} = V \cdot \frac{N}{10}, \text{ грн} \quad (3.1)$$

де V – витрата «Гумісол» на 1 ц; $V=0,1$ л;

N – вартість одного літра «Гумісол»; за даними інтернет-магазинів станом на 25.05.2023 вартість 10 л препарату становить 4125 грн.

$$N_{\text{пос}} = 0,1 \cdot \frac{4125}{10} = 41,25 \text{ грн}$$

За нормативними даними, для засадження 1 га землі необхідно витратити 2 ц посадкового матеріалу зернових культур.

Таким чином, вартість «Гумісолу» на 1 га дорівнює:

$$N_{\text{га}} = 2 \cdot 41,25 = 82,5 \text{ грн}$$

Під час вегетаційного періоду зернові культури необхідно обробляти препаратом «Гумісол» 3 рази. Витрата препарату на одну обробку становить 0,5 л на 1 га, відповідно, загальна витрата гумінового препарату становить 1,5 л/га.

Вартість обробки 1 га зернових культур становить:

$$N_{\text{вег}} = 1,5 \cdot \frac{4125}{10} = 61,88 \text{ грн}$$

Загальні витрати на застосування гумінового препарату на 1 га становлять:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{га}} + N_{\text{вег}} = 82,5 + 61,88 = 144,38 \text{ грн}$$

При вирощуванні озимої пшениці без застосування гумінових препаратів врожайність озимої пшениці становить 58,4 ц/га, що еквівалентно 46311,2 грн (станом на 25.05.2023 вартість 1 ц озимої пшениці дорівнює 793 грн).

Чистий прибуток з 1 га землі, з урахуванням витрат на посадковий матеріал, без урахування витрат на паливо та інші потреби становить:

$$P = 46311,2 - (2 \cdot 793) = 44725,2 \text{ грн}$$

Врожайність озимої пшениці при застосуванні «Гумісол» становить 63,7 ц/га, що еквівалентно 50514,1 грн. Якщо врахувати витрати на обробку «Гумісолом» та вартість посадкового матеріалу, то чистий прибуток з 1 га землі становитиме:

$$P_{\text{гум}} = 50514,1 - (2 \cdot 793) - 144,38 = 48783,72 \text{ грн}$$

При вирощуванні ярового ячменю без застосування гумінових препаратів врожайність становить 21,7 ц/га, що еквівалентно 10025,4 грн (станом на 25.05.2023 вартість 1 ц ярового ячменю дорівнює 462 грн).

Чистий прибуток з 1 га землі, з урахуванням витрат на посадковий матеріал, без урахування витрат на паливо та інші потреби становить:

$$P = 10025,4 - (2 \cdot 462) = 9101,4 \text{ грн}$$

Врожайність ярового ячменю при застосуванні «Гумісол» становить 29,8 ц/га, що еквівалентно 13767,6 грн. Якщо врахувати витрати на обробку «Гумісолом» та вартість посадкового матеріалу, то чистий прибуток з 1 га землі становитиме:

$$P_{\text{гум}} = 13767,6 - (2 \cdot 462) - 144,38 = 12699,22 \text{ грн}$$

Таким чином, розрахунок економічних показників підживлення сільськогосподарських рослин, таких як озима пшениця та яровий ячмінь, гуміновим препаратом «Гумісол» свідчить про економічну доцільність його використання.

Економічний ефект досягається завдяки збільшенню врожайності зернових культур при незначних капітальних витратах. Встановлено, що чистий прибуток з 1 га насаджень озимої пшениці, при застосуванні гумінового препарату, становить

48783,72 грн, що на 9% вище, ніж без застосування засобів підживлення. Чистий прибуток з 1 га насаджень ярової пшениці, при застосуванні гумінового препарату, становить 12699,22 грн, що на 29% вище, ніж без застосування засобів підживлення.

ВИСНОВКИ

Згідно поставленої мети в роботі проаналізовано екологічний стан ґрунтів Донецької області та визначено сільськогосподарські угіддя, які є перспективними для створення на їх території сировинних зон з вирощування екологічно безпечної продукції.

Основні результати роботи полягають у наступному:

1. Аналіз екологічного стану ґрунтів Донецької області показав, що найбільшого антропогенного навантаження зазнають ґрунти, що розташовані поблизу промислових підприємств важкої індустрії та енергетичних підприємств. Через активність бойових дій та окупацію, значна частина території області є непридатною для ведення сільського господарства.

2. Визначено, що в Донецькій області близько 54,5% ґрунтів за рівнем техногенного навантаження та 34,6% ґрунтів за агрохімічними показниками є придатними для вирощування екологічно безпечної с/г продукції.

3. На підставі агроекологічних та агрохімічних показників, а також з урахуванням просторового розміщення промислових підприємств, визначено, що найбільш перспективними агропромисловими районами Донецької області, для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції, є Великоновосілківська селищна громада та Старомлинівська сільська територіальна громади, які розташовані у південно-західній частині Волноваського району.

4. Для попередження перенесення екологічних токсикантів з довкілля в сільськогосподарську продукцію у межах перспективних сировинних зон необхідно запроваджувати агротехнічні заходи. Встановлено, що для аграрних та кліматичних умов Донецької області найбільш оптимальними агротехнічними заходами є застосування органо-мінеральних добрив та комплексне позакореневе підживлення сільськогосподарських рослин гуміновими препаратами.

5. Розраховано, що використання органо-мінеральних добрив, в умовах степової зони, у пропорції 5 тонн на гектар дозволяє збільшити на 10,3%

врожайність ярого ячменю та на 19,4% врожайність соняшника. Окрім підвищення врожайності, органо-мінеральні добрива здатні зменшити у ґрунтах концентрацію міді на 13-14%, свинцю на 17-22%, цинку на 3% та кадмію на 20%, що є важливим для промислових районів зі значним рівнем антропогенного навантаження.

6. Встановлено, що застосування гумінового препарату «Гумісол» не лише зменшує вміст важких металів у готовій продукції зернових культур, а й сприяє підвищенню їх врожайності. Комбінований спосіб застосування гумінового препарату сприяв підвищенню врожайності озимої пшениці на 9%, що еквівалентно 5,3 центнера на гектар, а ячменя ярового на 37%, тобто на 8,1 центнера на гектар.

7. Розраховано, що чистий прибуток з 1 га насаджень озимої пшениці, при застосуванні гумінового препарату, становить 48783,72 грн, що на 9% вище, ніж без застосування засобів підживлення. Чистий прибуток з 1 га насаджень ярової пшениці, при застосуванні гумінового препарату, становить 12699,22 грн, що на 29% вище, ніж без застосування засобів підживлення.

8. Розроблено заходи з охорони праці.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. O.S. Demyanyuk , L.Y. Symochko, & I.I. Mostoviak (2020). Soil microbial diversity and activity in different climatic zones of Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11 (2), 338–343. doi: 10.15421/022051
2. Ukraine’s Donbas bears the brunt of toxic armed conflict. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/ukraines-donbas-bears-brunt-toxic-armed-conflict> (дата звернення: 8.05.2023)
3. Грунтовий покрив Донбасу. URL: <https://www.activestudy.info/pochvennyj-pokrov-donbassa/> (дата звернення: 9.05.2023)
4. Disaster zone: Donbas. Environmental catastrophe in occupied territories. 2018. URL: <https://mkip.gov.ua/files/pdf/%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20eng.pdf> (дата звернення: 10.05.2023)
5. Donbas environment: Invisible front. URL: <https://truth-hounds.org/en/donbas-environment-invisible-front/> (дата звернення 10.05.2023 р.)
6. Environmental Assessment and Recovery Priorities for Eastern Ukraine. - Kyiv: VAITE, 2017. - 88 p.
7. Методичні рекомендації з надання статусу спеціальної сировинної зони та контролю за її використанням / За ред. академіка УААН О.І. Фурдичка. – К., 2007. – 35 с.
8. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія / В.П.Патика, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін.; За ред. В.П. Патика. – К.: Основа, 2005. – 300 с.
9. Бондарева О.Б., Вінюков О.О., Коноваленко Л.І. February. Особливості обґрунтування сировинних зон по вирощуванню екологічно безпечної сільськогосподарської продукції в південно-східному промисловому регіонів. *Scientific practice: modern and classical research methods*. Boston, USA, 157-160. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/9354/9051>
10. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунтів. Показники родючості ґрунтів.

11. Conversion of waste into organo-mineral fertilizers: current technological trends and prospects. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/360501536_Conversion_of_waste_into_organo-mineral_fertilizers_current_technological_trends_and_prospects (дата звернення 26.05.2023). – Назва з екрана.

12. Kominko H., Gorazda K., Wzorek Z. (2021). Formulation and evaluation of organo-mineral fertilizers based on sewage sludge optimized for maize and sunflower crops. *Waste Management*, 136, 57-66.

13. Foliar Application of Humic Acid on Plant Height in Canola. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/275531380_Foliar_Application_of_Humic_Acid_on_Plant_Height_in_Canola (дата звернення 23.05.2023). – Назва з екрана.

14. Добри́во «Гумі́сол». Режим доступу: https://svitroslyn.ua/ua/catalog/udobrenie-gumisol-dlya-ovoshchey-1-0-1.html?gclid=CjwKCAjwsvujBhAXEiwA_UXnAPyR_RATfu24zpd-dRoQU-iEskjaQmncwYtY2ttGE56AkOVQK3vaORoCww0QAvD_BwE (дата звернення 16.05.2023). – Назва з екрана.

15. Коноваленко Л. та ін. Заключний звіт НДР №0106U003322 «Розробити науково-методичне забезпечення агроекологічного моніторингу в південно-східному промисловому регіоні та заходи щодо зниження негативного впливу полютантів на агроєкосистеми», 2011, 51 с.