

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра загальної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Рибчинський Олег Вікторович

УДК 622:504:622.882

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Агрофізичні характеристики рекультивованих земель після добування
ільменітових руд на Поліссі України»**

101 Екологія

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ О.В. Рибчинський

Науковий керівник

Борисюк Борис Васильович

к. с-г. н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Рибчинський О.В. Агрофізичні характеристики рекультивованих земель після добування ільменітових руд на Поліссі України. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Науково-професійна робота на здобуття освітнього ступеня магістр зі спеціальності 101 - Екологія. Житомир. ПНУ. 2021.

В роботі приведені вплив хвостовищ на хіміко-бактеріологічні показники водних джерел прилеглих територій до місць зберігання хвостів збагачення.

Досліджено водно-фізичні характеристики техноземів на рекультивованих землях в посадках енергетичної верби. Оцінено залежність водно-фізичних показників рекультивованого ґрунту за змін в технології вирощування рослин верби.

Приведена порівняльна оцінка агрофізичних характеристик рекультивованого ґрунту пасовищ з привнесенням хвостів збагачення з показниками ґрунтів природного складення.

Ключові слова; рекультивовані землі, хвостовищах, рекультивовані землі, техноземи, гідрохімічні показники, бактеріологічні показники природних вод, технології, верба, травосумішки.

SUMMARY

Rybchinsky O.V. Agrophysical characteristics of recultivated lands after extraction of Ilmenite ores on Polissya Ukraine. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Scientific and professional work on educational degree Master in specialty 101 - ecology. Zhytomyr. PU. 2021.

In the work, the influence of stoves on chemical and bacteriological parameters of water sources of adjacent areas to the places of storage of enrichment tailings are presented.

The water-physical characteristics of techno-lands in reclamation lands in landing energy will be investigated. The dependence of the water-physical indicators of reclaimed soil for changes in the technology of growing vegetations of willow are estimated.

A comparative assessment of the agrophysical characteristics of the reclamation ground of pastures with introduction of enrichment tails with indicators of soils of natural preparation is given.

Keywords; Reclamated lands, strikes, reclamated land, technise, hydrochemical parameters, bacteriological indices of natural water, technology, willow, grass mixing.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ (огляд літератури)	7
РОЗДІЛ II. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1 Програма наукового пошуку	11
2.2 Методики та характеристика предмета досліджень.....	11
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1 Вплив «хвостів збагачення» на прилеглі до них водні джерела	17
РОЗДІЛ IV. АГРОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЗЕМІВ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	
4.1 Динаміка водно-фізичних показників рекультивованого ґрунту	27
4.2 Динаміка агрофізичних показників в трав'янистих ценозах	30
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	35
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: Концепція сталого розвитку України передбачає дбайливе ставлення до природних ресурсів та дотримання балансу між задоволенням матеріальних потреб людини і гарантування безпечних умов, здорового довкілля для майбутніх поколінь [1, 2, 3].

Технократичний принцип викликає надмірне використання природних ресурсів, спонукає деградацію земель і цілих ландшафтних комплексів. Так, при добуванні корисних копалин вилучаються значні площі земель, на тривалий час, сільськогосподарського та лісгосподарського користування. При поверненні цих територій землекористувачам часто стикаються з формуванням на таких територіях техногенних ландшафтів (відвали та кар'єри), а також техноземи з втраченими природними властивостями [3].

Мета досліджень. Дослідити вплив хвостів збагачення на водойми та агрофізичні характеристики рекультивованих земель за умови їх внесення в якості рекультиваційного матеріалу під ґрунтовий покрив.

Об'єкт дослідження: екологічні водно-фізичні процеси які протікають у в поймі річки Лемня та на техноземах рекультивованих територій після добування ільменітових руд в Поліссі України.

Предметом дослідження є агроценози трав'янистих культур та верби енергетичної, хіміко-бактеріологічні показники якості вод річки Лемня Коростенського району.

Методи досліджень: При проведенні досліджень були використані загальноприйняті методики аналізу хіміко-бактеріологічного складу поверхневих вод та метод Качинського для визначення водно-фізичних показників орного шару ґрунту. Також був проведений польовий дослід з вирощуванням травосумішок та верби енергетичної.

Відповідно з поставленою метою заплановано виконання ряду наукових завдань, в тому числі:

- аналіз динаміки хіміко-бактеріологічних показників під впливом інфільтрації та скиду вод з хвостовищ збагачення ільменітових руд;
- динаміка водно-фізичних показників техноземів рекультивованих територій за умов їх залуження;
- динаміка водно-фізичних показників техноземів рекультивованих територій в агроценозі верби енергетичної.

Основні положення, що виносяться на захист:

- техногенний вплив хвостів збагачення на прилеглі до них водні системи;
- меліоративний ефект (агрофізичні характеристики) використання хвості збагачення в якості рекультиваційного матеріалу в посівах трав та посадках верби енергетичної

Апробація результатів досліджень: Основні положення та матеріали наукового пошуку були висвітлені в матеріалах ряду науково-практичних конференціях та обговорювались в моїх доповідях на цих конференціях, зокрема:

- IX Всеукраїнська науково-практична конференція «ЛІС, НАУКА, МОЛОДЬ» Житомир, 2021. ПНУ;
- IV студентська конференція «Магістерські читання - 2021» Житомир, 2021. ПНУ.

Структура кваліфікаційної роботи: Кваліфікаційна робота обсягом 39 сторінок машинописного тексту містить 5 таблиць, 25 малюнків. Список використаної літератури містить 44 джерела. Робота складається з вступу, програми та методики досліджень, двох розділів власних досліджень, висновків та додатків.

РОЗДІЛ І. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ (огляд літератури)

Розробка кар'єру корисних копалин та послідувача рекультивація порушених земель після добування корисного мінералу призводять зміни ґрунтових фізико-хімічних процесів. В результаті яких утворюються техноземи з різноманітними агрофізичними характеристиками і мінеральними утвореннями [44].

Відведені в хвости техногенні води та хімічні сполуки в них можуть мати як негативний вплив на прилеглі території, так і позитивні технології їх використання. «Накопичені в хвостах техногенні води виносяться за межі району видобутку та збагачення корисних копалин розсіюються в поверхневих та підземних водах [41]. На думку Колмыкова С.Н, « ці процеси неминуче порушують усі геохімічні рівноваги в районі видобутку корисних копалин та активізують геохімічні процеси в усіх елементах ландшафту».

Не менш важливим етапом рекультивації, поряд з гірничотехнічним, є біологічний напрям. При виборі ефективного сільськогосподарського напрямку особливу увагу звертають на характер протікання вторинних природній сукцесій, що в кінцевому результаті матиме важливе значення в підборі рослин фітомеліорантів [3, 4, 6, 29].

Посилити ефективність відтворення рекультивованих земель та мати регульований перебіг вторинних сукцесій можна за рахунок науково-обґрунтованих апробованих прийомів з використання корисних відходів та підбору рослин фітомеліорантів [3, 5].

Критеріями які вказують на завершення меліоративного періоду реабілітації ґрунтів, є відтворення в порушених ґрунтах екологічних умов максимально відповідаючи природним, насамперед в кореневмісному шарі [25].

За умов, коли вміст гумусу в техноземах буде відповідати староорним землях, техноземи будуть придатними для культивування сільськогосподарських рослин районованих сортів для зони Полісся, зокрема картоплі, столового та цукрового буряків, овочевих сівозмін тощо [7, 8, 9].

В проектах сільськогосподарського освоєння територій порушених земель обов'язковим в гірничотехнічному етапі є покриття елювіальних, корінних порід, певним шаром ґрунту відповідної товщі характерної для зональних ґрунтів природного складення. Набір культур сівозміни має містити найбільш пластичні культури з широким спектром адаптації до змінних умов техноземів [8, 10, 11].

За лісогосподарського напрямку в біологічному етапі рекультивації, зважаючи на високий адаптивний потенціал лісових культур, на думку багатьох вчених і практиків, покривати елювіальні відклади економічно не вигідно та практично недоцільно. Маючи потужну кореневу систему та властивість швидко адаптуватись з мікробіологічним комплексом ґрунтової біоти, лісові породи активно змінюють морфологію ґрунту, водно-фізичні показники ґрунту надаючи позитивний напрям у відтворенні біологічних характеристик. Найбільш відповідальним елементом цієї технології є підбір солевитривалих порід дерев та кущів з властивостями формувати стійкі, продуктивні та екологічно збалансовані лісові формації. Перед усім такі лісові системи мають стати, поряд з відтворення техноземів, стабілізаційним чинником всього техногенного ландшафту [12, 13, 14, 15, 16].

На сьогодні, ряд технологій рекультивації порушених земель після добування корисних копалин вміщують прийоми екологічно безпечної утилізації відходів збагачення, які володіють цінні властивостями, безпосередньо на території промислової видобутку. При впровадженні біологічного етапу рекультивації в проектах обов'язково враховуються як позитивні так і негативні сторони цих процесів. Принциповою екологічною складовою цих технологій є врахування, як екологічної безпеки для відновних техногенних комплексів, так і продукції вирощеної на цих

техноземах. Для посилення ефективності екологічної складової технологій, часто включаються прийоми мульчування ґрунту, привнесення органічно-мінеральних фільтратів, торфокомпостів, післяжнивних решток. Ці прийоми мають забезпечити активізацію мікробіологічних процесів, що будуть сприяти мінералізації органічної речовини та залучені відходів до геохімічного колообігу хімічних елементів, і в кінцевій меті посиленні ґрунтотворних процесів [17, 18].

Часто в якості рослин фітомеліорантів використовують лісові породи та трав'янисті види здатні до активної фіксації молекулярного азоту чи спроможні утворювати симбіотичні комплекси, зокрема з ґрунтовою фосфат мобілізуючою мікрофлорою, з азотфіксаторами оліготрофними бактеріями тощо [19, 16, 18, 20, 28]. Така прокооперація визволяє вижити в екстремальних умовах водного режиму чи мінерального живлення, стабілізувати ґрунтотворні процеси [21, 22, 23, 27].

Не менш важливою складовою оптимізації ґрунтотворних процесів є регулювання водно-повітряного режиму порушених земель за рахунок потужності кореневих систем деревних порід чи стимулювання активного повернення, розвитку ряду дрібних тваринних організмів. За рахунок величини утвореної та повернутої до біотичного потоку органічної маси є можливість ефективно впливати на ці процеси. Утворення єдино обумовленого новоствореного комплексу рослин, ґрунтових мікроорганізмів та корінної материнської породи досить тривалий процес, що здатен сформувати стійкі природні комплекси [6, 16].

Так, дослідження вчених Поліського національного університету Тичини Л.К. та Мостепанюка В.А. доведено, що « з лісівничого погляду, створення мішаних насаджень на рекультивованих землях доцільніше, ніж створення монокультури з причин їх кращої приживлюваності, позитивного впливу на ґрунтові процеси, біологічну стійкість до хвороб, шкідників та вищу продуктивність насаджень» [43].

Формування на території порушених земель асоціацій трав'яних культур та формацій лісових порід дозволяє підвищити рівень біорізноманіття, поліпшити санітарно-гігієнічні умови. Створення таких комплексів запорука активізації природних процесів з самовідтворення порушених земель [24, 38].

В цьому аспекті активну роль має відігравати організація та планування рельєфу поверхні рекультивованих земель, відтворення або поновлення природних водотоків. Поєднання цих умов забезпечить стабілізацію водного режиму та сприяти активному відтворенні природних властивостей техноземів [25, 26, 16].

Вчені відмічають, значні відмінності між рекультивованими техноземами та ґрунтами відповідної природно-кліматичної зони за фізичними, агрохімічними та біологічними показниками, а відповідно і різними властивостями [40, 41].

На думку багатьох з них, для формування подібного до природного типу ґрунотворних процесів слід збільшити надходження органічних речовин, а також розробити систему посиленого мінерального живлення рослин за рахунок привнесення в кореневмісний шар рекультиваційних матеріалів, розкривних порід з цінним агрохімічними властивостями [30, 43].

Слід також, в технологіях біологічного етапу враховувати високий рівень мінливості водно-фізичних характеристик під впливом природних факторів [42].

В цілому, слід зазначити, що рекультивовані землі, які часто отримують назву техноземи, потребують належної уваги, як з точки зору використання, так і «екологічної оцінки з безпеки та генезису протікання відтворних процесів» [44]. Огляд актуальності теми дослідження за літературними джерелами засвідчив, недостатню увагу вчених до проблеми формування агрофізичних характеристик рекультивованого ґрунту за рахунок використання ефективних рослин фітомеліораторів водно-фізичних характеристик ґрунтового комплексу технозему.

РОЗДІЛ II. ПРОГРАМА, МЕТОДИКИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень

Програмою досліджень передбачено виконання ряду наукових завдань

- провести аналіз впливу хвості збагачення на прилеглі до хвостовищ водотоки та оцінити їх агроекологічні властивості;
- дослідити водно-фізичні показники рекультивованих земель в посадці верби енергетичної;
- провести порівняльну оцінку водно-фізичних показників рекультивованого ґрунту в посівах травосумішок.

2.2 Методика та характеристика предмета досліджень

Водно-фізичні показники техноземів рекультивованих земель досліджували методом Качинського (рис. 2.1).



Рис.2.1 Відбір зразка ґрунту для визначення водно-фізичних показників

Дослід з ефективності травосумішок (рис.2.2) містив такі варіанти:

Варіант 1: Конюшина червона, очеретянка звичайна, грястиця збірна (посів рядковий);

Варіант 2: Конюшина червона, костриця очеретяна, стоколос безостий, грястиця збірна (посів рядковий);

Варіант 3: Конюшина червона, очеретянка звичайна, грястиця збірна (посів в розкид);

Варіант 4: Конюшина червона, костриця очеретяна, стоколос безостий, грястиця збірна (посів в розкид);

Контроль: Конюшина червона, райграс пасовищний, грястиця збірна, вівсяниця.



Рис. 2.2 Дослід з вивчення травосумішок на рекультивованих землях

Дослід з впливу вирощування енергетичної верби *Salix viminalis* на рекультивованих землях (рис. 2.3) на динаміку ґрунотворних процесів містить такі варіанти;

Варіант 1 Мульчування поверхні рекультивованого ґрунту сіном різнотрав'я в нормі 5 т/га.

Варіант 2. Вирощування верби енергетичної з привнесенням 5 т/га торфокомпосту;

Варіант 3. Вирощування верби відповідно до проекту рекультивації ділянки. Контроль.

Варіант 4. Переліг - староорні землі з непорушеним природним складенням дерново-підзолистого ґрунту.



Рис. 2.3 Агроценоз верби енергетичної на рекультивованих землях

Дослідження хіміко-бактеріологічних показників поверхневих вод річки Лемня проводили за наступними методиками: відбір проб води проводили згідно КНД 4979 – 95, аналізи виконувалися згідно методик: кольоровість – ГОСТ 3351-74; водневий показник рН – ДСТУ 4077-2001; алюміній – ГОСТ 18165-89; жорсткість – ГОСТ 4151-72; залізо загальне – ГОСТ 4011-72; хлориди та сульфати – ГОСТ 4245-72; ДСТУ ISO 6777-2003. Якість води. Визначання нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції (ISO 6777:1984, IDT) та інші.

Характеристика предмета досліджень.

Дослідна ділянка розміщена в Коростенському районі характеризується помірно-континентальним кліматом, з м'якою не холодною зимою та не жарким іноді вологим літом. Серед кліматичних факторів що визначають мікроклімат території виділяють: лісистість території, щільність річкової мережі, циркуляція повітряних мас, заболоченість тощо.

Середньорічна температура повітря на території дослідження становить $+6^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш холодного місяця становить $-4,2^{\circ}\text{C}$, найбільш теплого $+34,3^{\circ}\text{C}$. Тривалість днів без морозного відтинку становить 170 календарних днів, кількість днів з температурою 0°C і вище – 245 днів. В літній жаркий період максимальна температура може досягати позначки 45°C , а найнижча холодного місяця січня -25°C . Щорічно можливі адвентивні приморозки, особливо кінець квітні початок травня. Сума активних температур повітря (вище $+10^{\circ}\text{C}$) для зони 51 широто становить більше 2400 $^{\circ}\text{C}$.

Клімат характеризується значною за останні роки не стабільністю опадів динамікою гумідності. Середньорічна кількість опадів в зоні досліджень може коливатись від 500-600 мм.(вологий рік) до 240-260 мм. (сухий рік).. Сніговий покрив нетривалий і висота його рідко перевищує 50-60 см. Стійкий сніговий покрив можливий в середині грудня, а повністю сходить він на початку березня.

На сьогодні переважаючими вітрами в Коростенському районі стали вітри в зимовий період північно-західного та західного напрямків у літний період південно-східні та західні вітри. За останні роки і зросла кількість днів з силою вітру більше 15-20 м/с з 8-10 днів до 30. Також збільшилось число днів з посухою, в окремі роки цей показник сягав 60-70 днів.

В наслідок зміни режимів атмосферних опадів змінилась суттєво і кількість днів з відносною вологістю повітря. Так середньорічна відносна вологість повітря становить -80%, дефіцит вологості повітря зріс до -5,3.

Для сьогоднішнього кліматичного режиму дослідного регіону характерні різкі зміни пор року. Початок зими відмічаємо в середині грудня зниженням температури нижче 0°C. Зими за часто з нетривалим сніговим покривом. Серед головних причин зміни характеру в циркуляції атлантичних повітряних мас, зміщенням полюсу холоду на схід.

Весняна пора характеризується поступовим наростанням плюсових температур, часто з тривалими затримками, що відображається на умовах вегетації рослин. Тенденція в нестабільності наростання температур може тривати до кінця травня, часто бувають адвентивні приморозки як на поверхні ґрунту, так і в повітрі.

В літні місяці температура стабілізується і піднімається в перший місяць до +20° і далі спостерігаємо стрибки у піднятті та зниженні, що пов'язано з дощами та зливами. Стабільне зниження температури спостерігаємо на початку вересня. Характерним для сьогоднішнього кліматичного режиму предмета досліджень є тривале чергування, в окремі роки літніх посух та тривалих днів з дощовою погодою.

Осінь приходить в середині чи вкінці вересня з тривалим похолоданням. В перший місяць, перша та друга декада ще досить тепла, але йде постійне зниження температури. Також перший місяць характерний незначною кількістю опадів, в основному опади притаманні жовтню. Це місяць де чергуються дні з похмурими, частими затяжними дощами, період в

результаті посилення циклональної діяльності. В кінці листопада дощі часто переходять у мокрий сніг з утворенням льодової кірки.

До небажаних факторів зміни клімату відносимо зниження рівня ґрунтових вод, погіршення фактору якості ґрунтових режимів спричинених зміною омброгенності регіону дослідження.

В цьому зв'язку настає тривалий період дефіциту продуктивної вологи. Для більшості культивованих рослин. Ще вищий цей показник для культивування на рекультивованих землях, оскільки ці техноземи мають досить значні зміни водно-фізичних показників порівняно до староорних земель. Зросли площі «блюдець» в пониженнях за тривалого випадіння атмосферних опадів особливо в перші весняні місяці. Перед усім це пов'язано з деградацією орних горизонтів переущільненням верхнього горизонту, зменшенням кількості гумусу.

Рекультивована земельна ділянка площею 36 гектар являє собою земельну смугу шириною 80-350 м. Після технічного етапу на елювіальні відклади корінної породи нанесені хвости збагачення, які вкриті шаром 20-22 см. дерново-підзолистого ґрунту. Цей шар тривалий час зберігався у відвалі висотою до 10-15 метрів поблизу кар'єру видобування ільменітових пісків.

Поряд з земельною ділянкою підчас проведення технічного етапу рекультивації утворилася водойма.

При передачі земельної ділянки у власність громади було проведено біологічний етап рекультивації із залуженням частини території промислового видобутку ільменіту, частина території перебуває у дивестованому стані.

Завдяки новоутвореному на ділянці рекультивації водойму, ґрунтові води на рекультивованій ділянці залягають на глибині 1,0-1,5 м.. Зміна водно-фізичних показників рекультивованих земель призвела до формування, на початкових фазах ґрунтотворного процесу випітного типу у водному балансі.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив хвостів збагачення на хіміко-бактеріологічні показники річки Лемня

При розробці та добуванні корисних копалин значного антропогенного тиску зазнають територіальні природні комплекси, як безпосереднім порушенням природного складення ґрунтів, так і продуктами техногенезу – відходами. Відповідно з технологією добування та збагачення ільменітових руд - ільменітові піски піддаються розкисленню. Цінні компоненти (ільменітовий концентрат) вилучається на магнітних сепараторах, а пульпа скидається в хвостовища. Хвостовища, тимчасові земляні споруди, які безпосередньо розміщуються на території кар'єру добування ільменітових руд. Хвости збагачення це досить агресивна сумішка дрібнодисперсної фракції корінних порід та розкислених мінеральних солей. В міру осадження, відстоювання, верхня рідка фракція скидається в прилеглі водотоки.

Таблиця 3.1

Хіміко-бактеріологічні показники річки Лемня вище хвостовища біля села Лісовщина

Показники	Одиниці вимірювання	Норматив (номінальне значення)	Хіміко-бактеріологічні показники в досліджуваних створах річки Лемня			
			Зима	Весна	Літо	Осінь
Кольоровість	градус	н/н	47	87	232	49
Водневий показник	pH	6,5 – 8,5	6,1	6,6	7,0	6,8
Завислі речовини	мг/дм ³	0,75	0,09	1,34	16,1	10,2
Сухий залишок	мг/дм ³	1000	605	604	409	262
Нітрит іони	мг/дм ³	0,02	0,1	0,05	0,03	0,07
Амонійний азот	мг/дм ³	0,39	4,4	2,8	4,2	5,1
Жорсткість	мг-екв/дм ³	7,0	3,0	4,7	4,7	3,9
Кальцій	мг/дм ³	180	52	61	57	50
Магній	мг/дм ³	40	17	20	22	17
Сульфат іони	мг/дм ³	100	66	156	204	248
Манган	мг/дм ³	0,01	0,5	0,65	0,84	0,84
Залізо загальне	мг/дм ³	0,1	3,9	0,7	2,4	2,5
Алюміній	мг/дм ³	0,5	0,4	0,07	0,09	0,2
ЛПП	бактерій/дм ³	>10000	2300	670	2000	2750

Крім того, зважаючи на легкий механічний склад земляних валів та підстилаючої поверхні хвостовищ постійно іде фільтрації водного розчину в прилеглі водотоки, змінюючи їх гідрохімічні та гідробіологічні характеристики. Також цей вплив суттєво відображається на рівні та екологічній якості підґрунтових вод та на екології території добування ільменітових руд.

Таблиця 3.2

**Хіміко-бактеріологічні показники якості води річки Лемня нижче
хвостовищ біля с. Турчинка**

Показники	Одиниці вимірювання	Норматив (номінальне значення)	Хіміко-бактеріологічні показники в досліджуваних створах річки Лемня			
			Зима	Весна	Літо	Осінь
Кольоровість	градус	н/н	50	48	44	25
Водневий показник	pH	6,5 – 8,5	5,5	3,9	5,1	6,3
Завислі речовини	мг/дм ³	0,75	0,004	2,4	9,2	8,2
Сухий залишок	мг/дм ³	1000	422	612	609	772
Нітрит іони	мг/дм ³	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Амонійний азот	мг/дм ³	0,39	4,6	3,0	3,7	5,2
Жорсткість	мг-екв/дм ³	7,0	11,5	6,0	6,7	8,3
Кальцій	мг/дм ³	180	176	87	83	116
Магній	мг/дм ³	40	38	25	32	30
Сульфат іони	мг/дм ³	100	123	200	248	262
Манган	мг/дм ³	0,01	1,1	1,7	0,7	1,4
Залізо загальне	мг/дм ³	0,1	2,6	1,5	2,8	1,2
Алюміній	мг/дм ³	0,5	0,3	0,4	0,08	0,06
ЛПП	бактерій/дм ³	>10000	3700	1800	2200	5600

Проведена нами оцінка сезонної динаміки хіміко-бактеріологічних показників поверхневої води річки Лемня вище хвостовища біля села Лісовщина та нижче біля села Турчинка Коростенського району встановила значне зростання в поверхневих водах річки показників: кислотності, сухого залишку, амонійного азоту, жорсткості води за рахунок зростання концентрації кальцію, магнію, залізу та алюмінію. Разом з тим, спостерігаємо зростання показника сульфат іонів. За розмірністю цей показник в поверхневих водах річки біля с. Лісовщина і так високий, а за рахунок надходження іонів з хвостів від стає ще вищим і більш як у 2,5 рази вищий нормативного значення (100 мг/дм³).

Так показник кольоровості поверхневих вод знижувався протягом року, особливо в літній період (рис. 3.1).

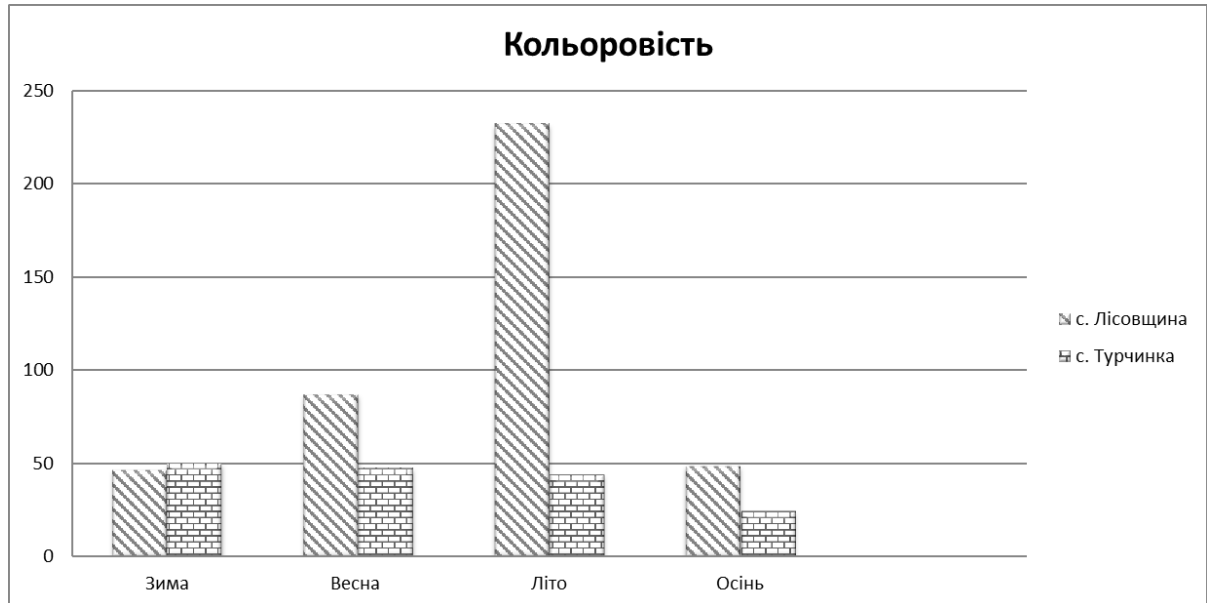


Рис. 3.1 Динаміка показника кольоровості в річці Лемня

Причиною, на наш погляд, є зростання кислотності водного розчину річки за рахунок надходження розкисленого розчину з хвостовища (рис. 3.2)

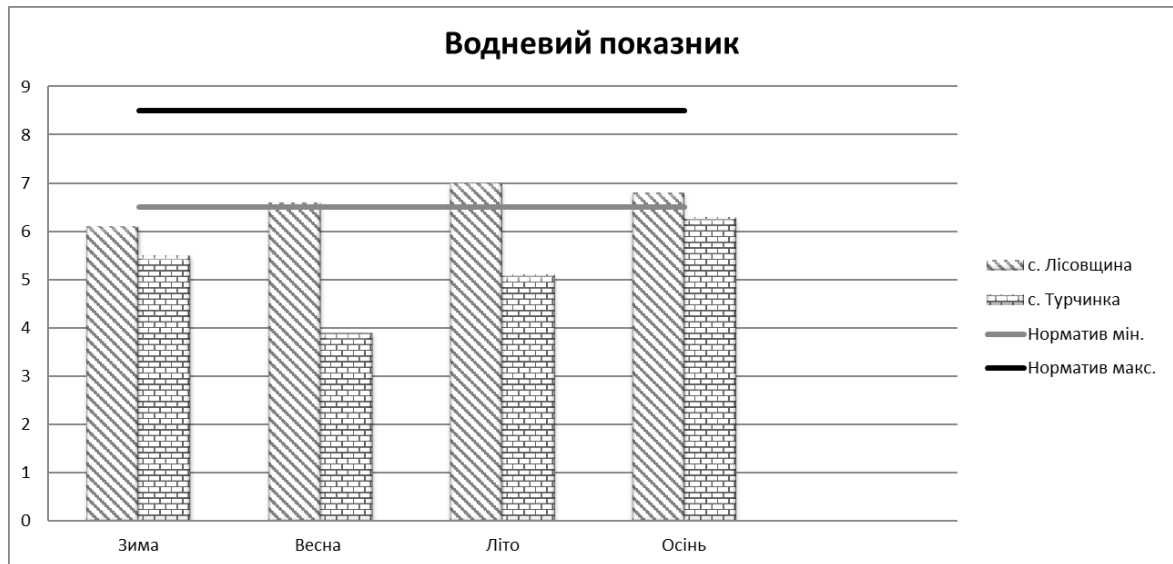


Рис 3.2 Зміна показника кислотності поверхневих вод

В цьому зв'язку з підкисленням, відмічаємо різке зниження кількості завислих речовин (рис. 3.3), а відповідно і трофність поверхневих вод малої річки в створі біля села Турчинка.

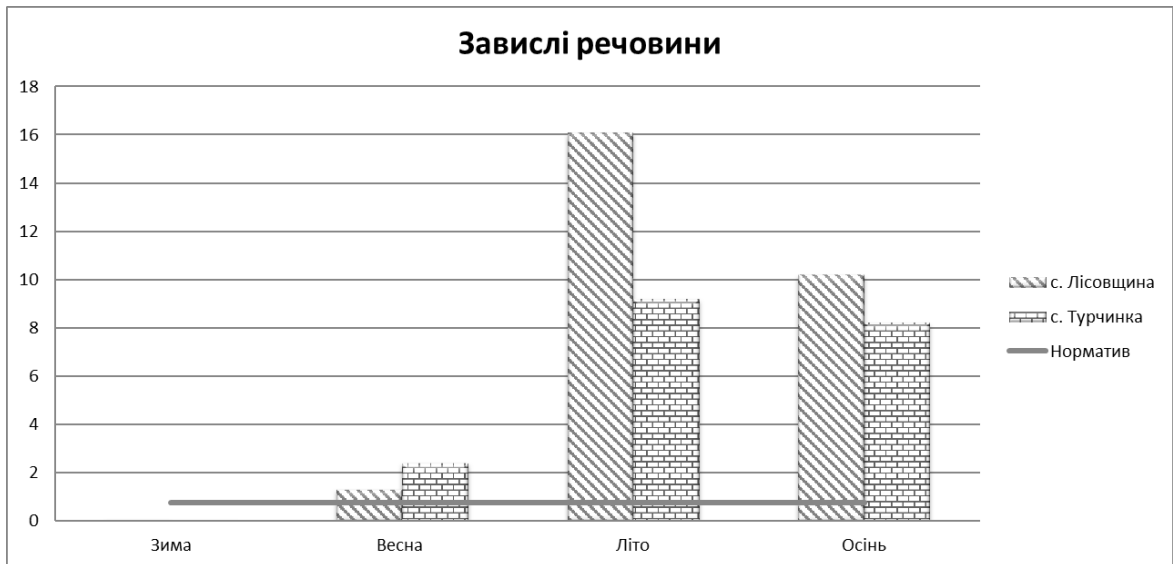


Рис. 3.3 Динаміка показника завислих речовин у поверхневих водах

Зростання кислотності поверхневих вод річки та зниження кількості завислих речовин, відобразилось на показнику сухого залишку (рис. 3.4). В осінніх водах низ від хвостовища, як наслідок посилення кислото відновних реакцій сухий залишок зростає більш ніж у двічі.

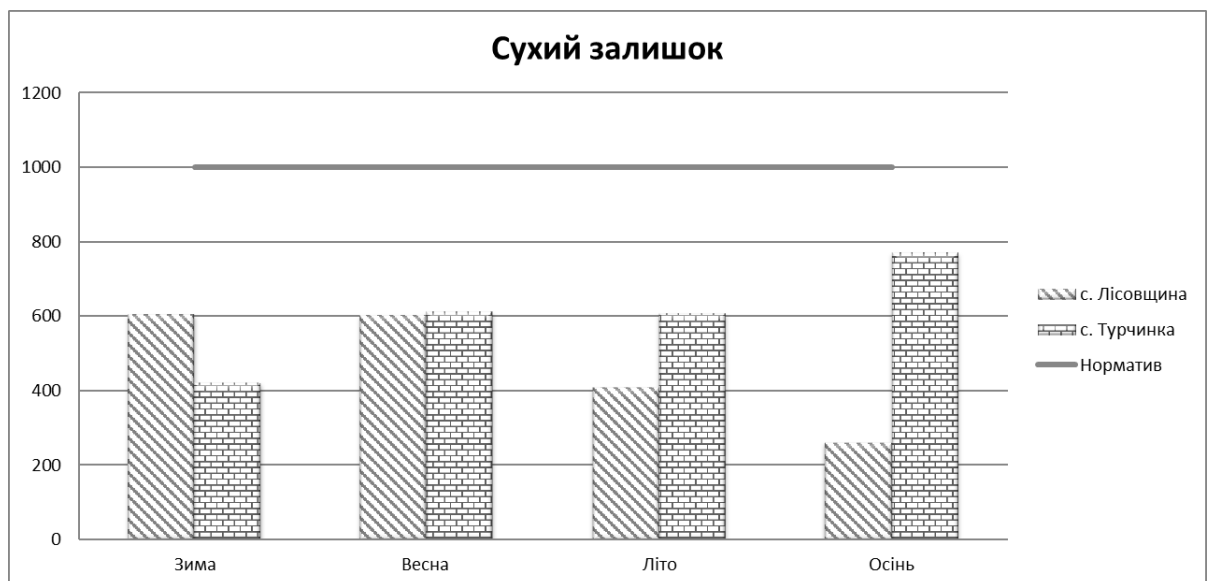


Рис. 3.4 Динаміка показника сухого залишку у поверхневих водах

Важливою екологічною характеристикою безпеки потрапляння інгредієнтів хвостів збагачення у поверхневі води є показники вмісту нітрит іона, амонійного азоту, важких металів та сульфат іонів.

В цьому зв'язку ми відмічаємо зниження показника концентрації нітрит іона (рис. 3.5) та зростання амонійного азоту (рис. 3.6).

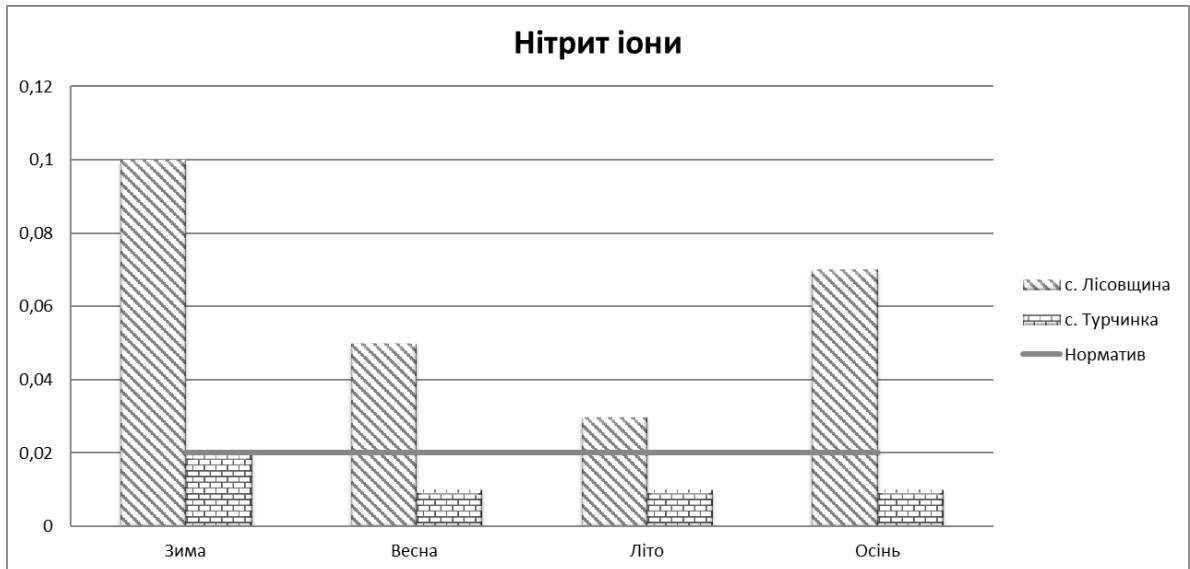


Рис. 3.5 Динаміка показника концентрації нітрит іонів в поверхневих водах

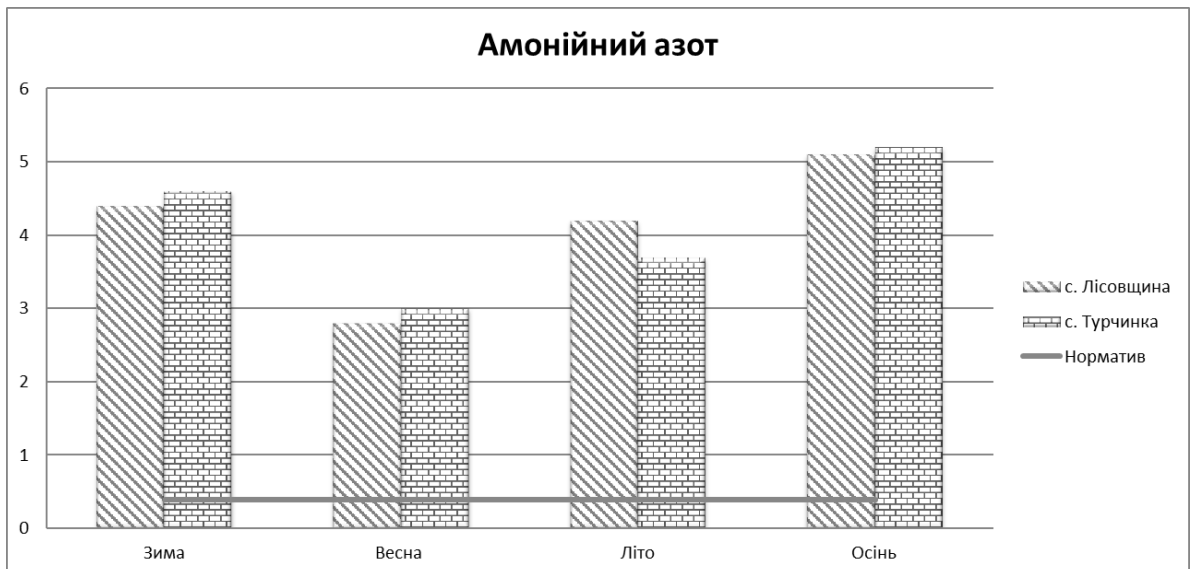


Рис. 3.6 Динаміка концентрації амонійного азоту в поверхневих водах

Судячи з аналізів таблиці 3.1 та графічного їх відображення зниження нітрит іонів ми пов'язуємо з активним його поглинанням гідробіонтами за рахунок зменшення поглинання амонійного азоту, особливо в зимовий, весняний період та осінню пору року. Тому за показником вмісту нітрит іона вода вниз від хвостовища стає меж небезпечною, проте зростає рівень екологічної небезпеки таких вод за рахунок зростання, майже на порядок, концентрації солей амонійного азоту.

Відчутні зміни в якості поверхневих вод за показником жорсткості (рис. 3.7). Надходження кислих солей кальцію (рис. 3.8), магнію (рис.3.9) та інших

катіонів підвищує рівень жорсткості поверхневих вод вище допустимого значення.

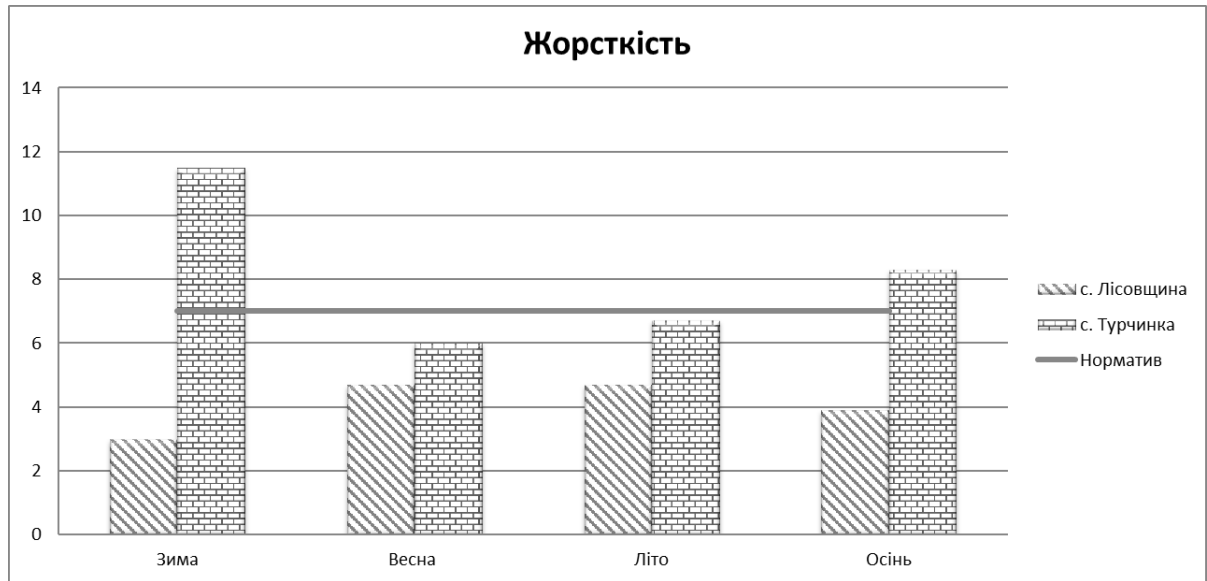
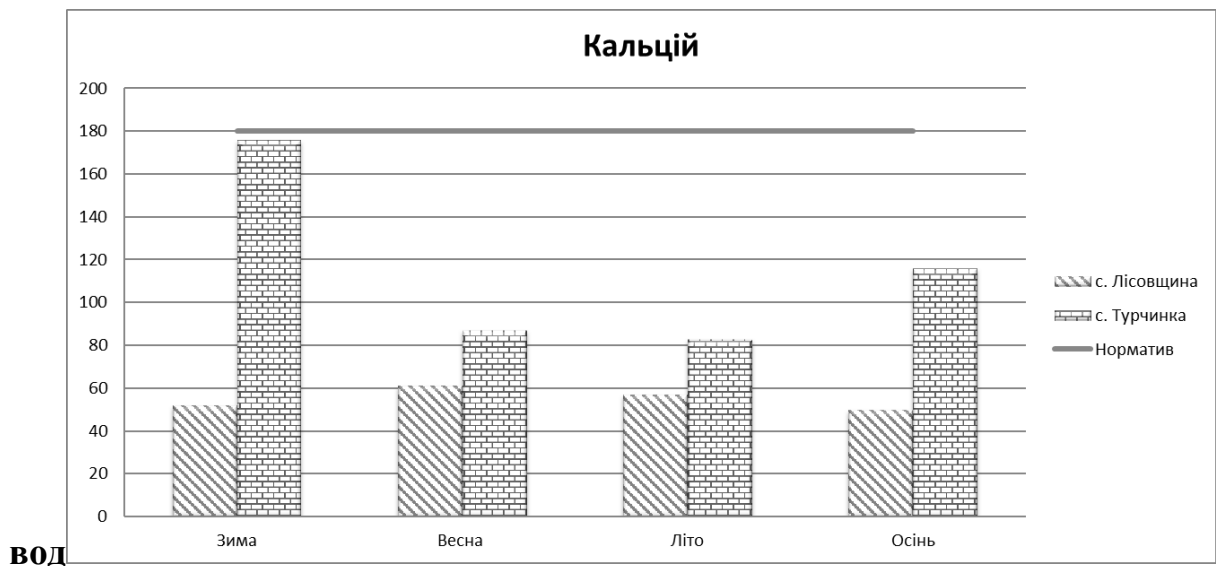


Рис. 3.7 Динаміка показника жорсткості поверхневих



ВОД

Рис. 3.8 Динаміка вмісту кальцію в поверхневих водах

Зростання показника кальцію в поверхневих водах не перевищує номінальних значень, а також цей елемент не відноситься до групи важких металів і не є катастрофічним для екології річки. Однак ріст концентрації магнію та інших важких металів стає значущим фактором деградації водної системи річки Лемня.

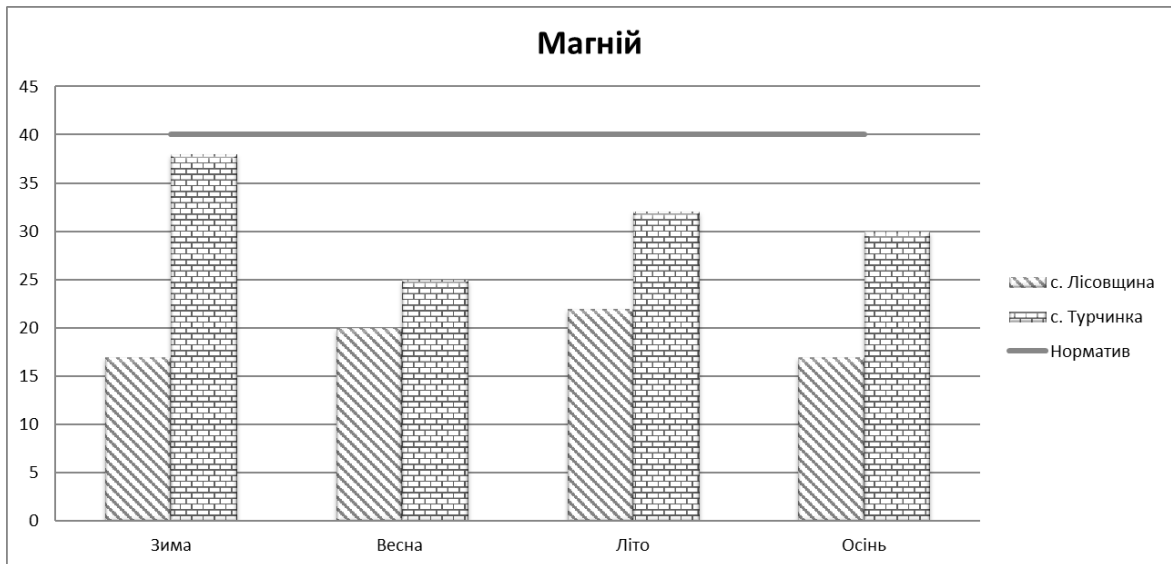


Рис. 3.9 Динаміка вмісту магнію в поверхневих водах

Про зміну гідрохімічних показників поверхневих вод спричинених потраплянням хімічно активних речовин з хвостовищ вказує різке зростання у поверхневих водах річки Лемня концентрації сульфат іонів (рис. 3.10).

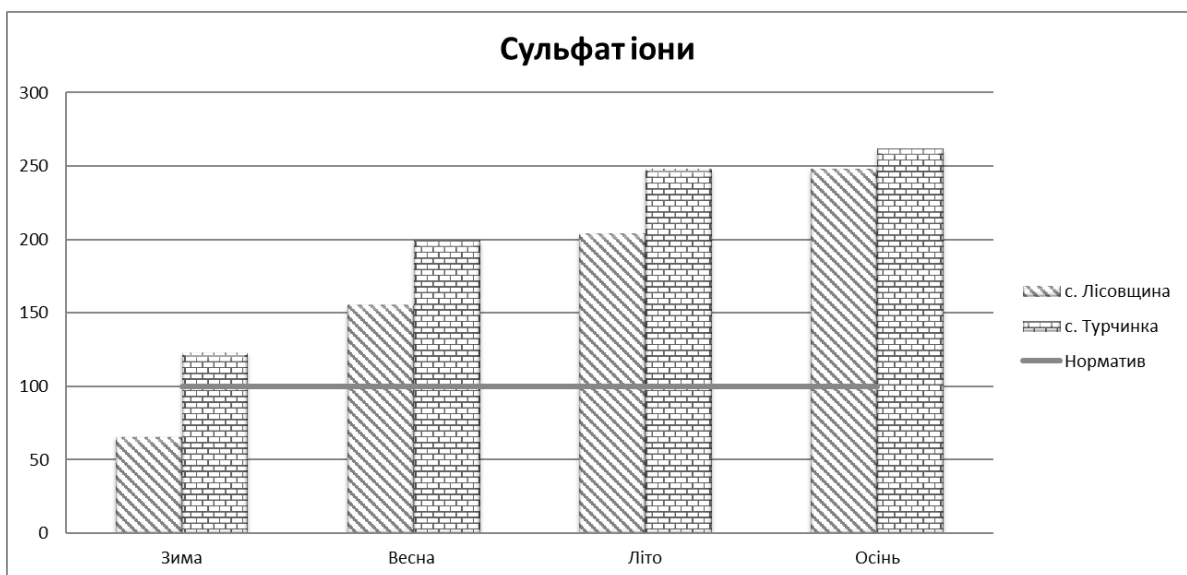


Рис. 3.10 Динаміка концентрації сульфат іонів у поверхневих водах

Судячи з даних таблиці 3.1 та їх графічного відображення концентрація сульфат іонів різко зростання від зимніх місяців до осінніх. На нашу думку це пов'язано, як з надходженням цих речовин із хвостовищ, так і ступенем мінералізації речовин у поверхневих водах.

Надзвичайно небезпечними є води річки Лемня за вмістом мангану (рис. 3.11) та заліза (рис. 3.12).

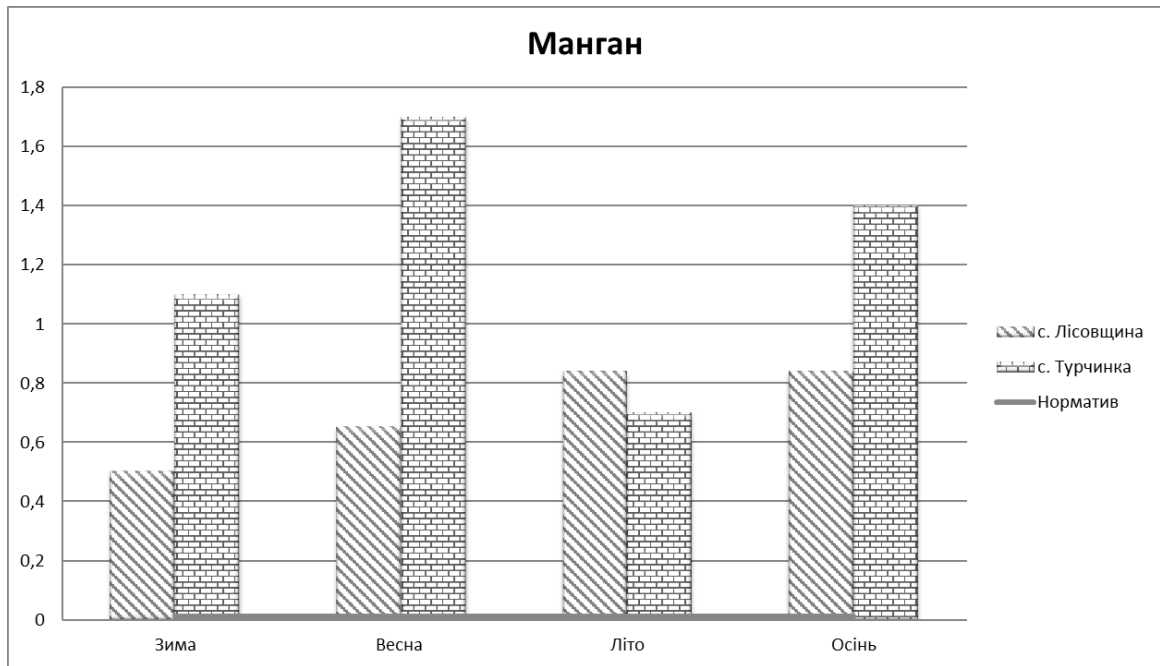


Рис. 3.11 Вміст мангану у поверхневих водах річки Лемня

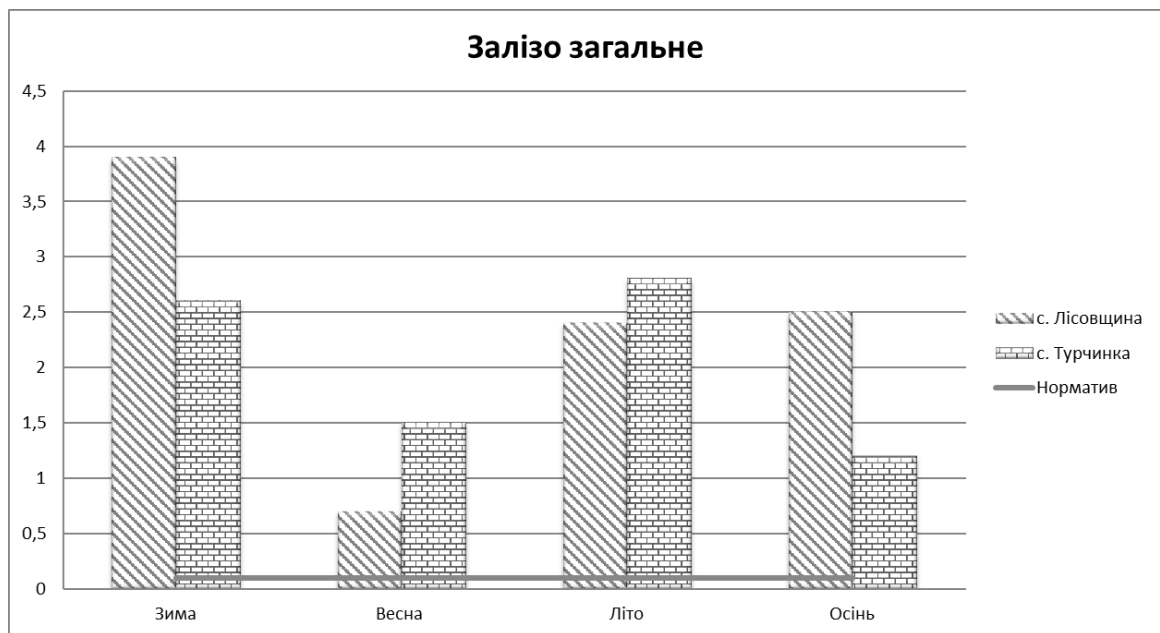


Рис. 3.12 Вміст заліза загального у поверхневих водах річки

За вмістом цих важких металів річка не тільки немає процесу самовідновлення вод, на проміжку між селами Лісовщина та Турчинка, але і погіршує цю ситуацію, особливо по мангану.

За вмістом алюмінію ситуація поки не критична (рис. 3.13). проте у весняний період показник вмісту алюмінію різко зростає, що вказує на активність міграції цього елемента з поверхневими та підґрунтовими водами.

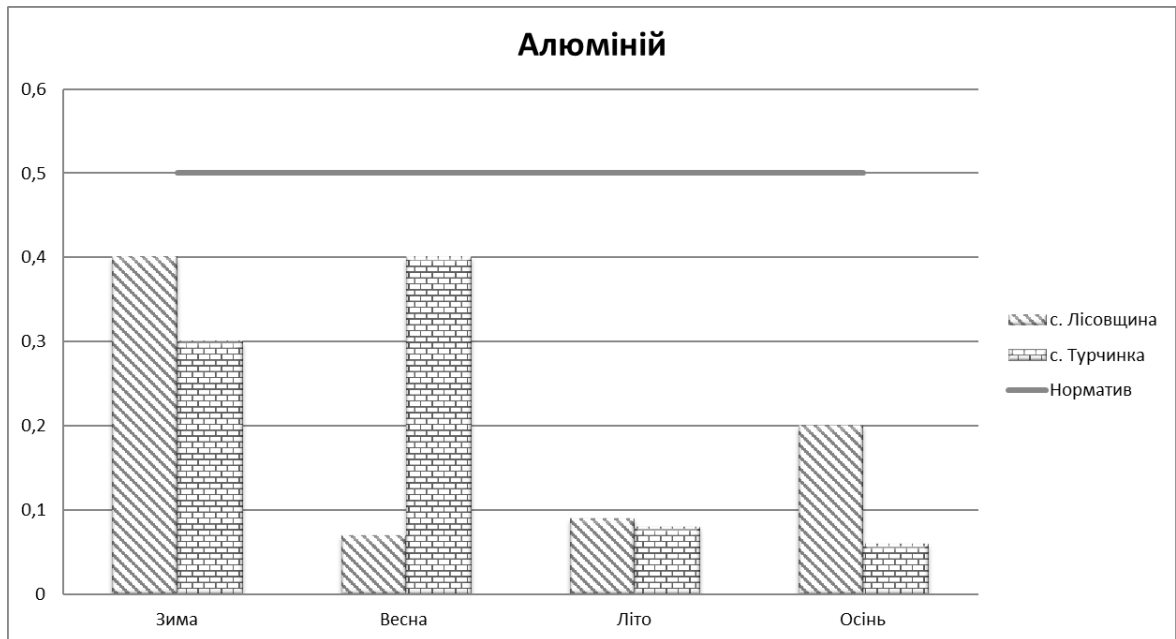


Рис. 3.13 Динаміка показника вмісту алюмінію у поверхневих водах

Судячи з показника бактеріологічного забруднення ЛПП (літальний пороговий показник) поверхневі води річки Лемня не несуть біологічної загрози (рис. 3.14).

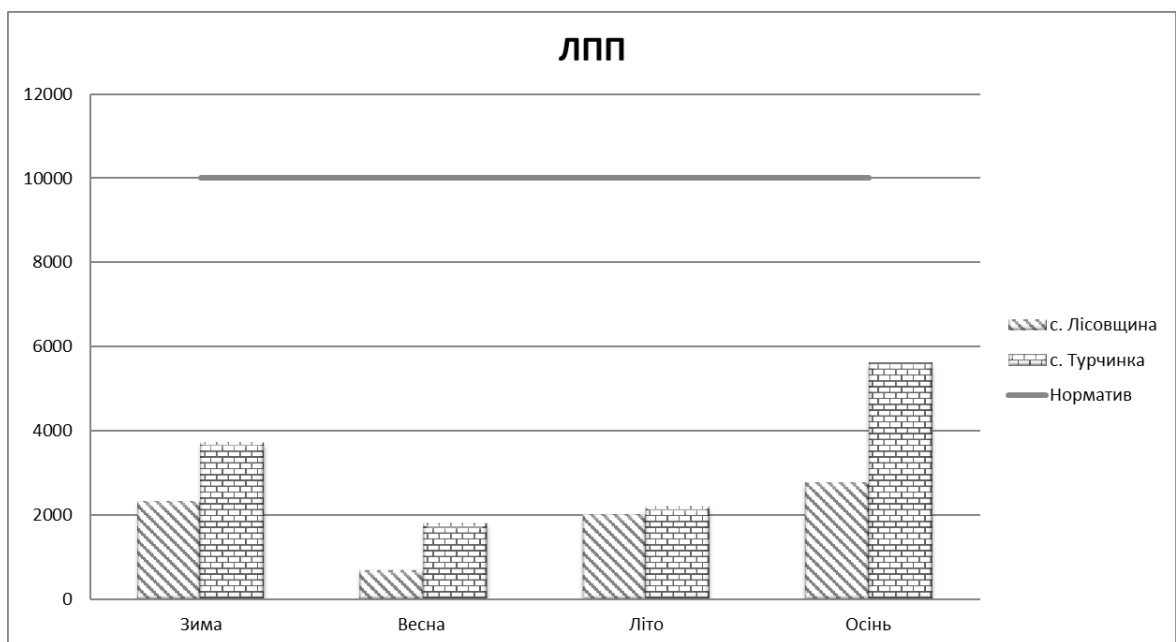


Рис. 3.14 Динаміка показника ЛПП у поверхневих водах річки

Судячи з поведених даних та їх аналіз потрапляння хвостів збагачення, при зберіганні їх у хвостовищах, неминуче впливає на зміну хіміко-бактеріологічні показники якості поверхневих вод. Для підвищення рівня екологічної безпеки територій видобутку ільменітових руд слід впровадити технології активного

використання хвостів збагачення в якості рекультиваційного матеріалу не здійснюючи їх тривалого зберігання хвостовищах.

Так, проведений аналіз хвостів збагачення (табл. 3.2) засвідчив наявність у цьому рекультиваційному матеріалі цінних речовин з точки зору агрономічних руд.

Таблиця 3.2

Агроекологічна характеристика «хвостів збагачення»

№ пп	Місце відбору	рН сол вит.	Нг	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nk	Cd	Pb	Сума ввібраних основ, мг- екв./100 г мг/кг
				мг/кг					
1	Хвости збагачення 20-100см	3,9	2,99	141	4	11,2	0.038	0.49	0,3

Так, у хвостах збагачення є високий вміст фосфору - 141 мг/кг від наявності в них розсипів апатитів, калійні солі, як було вже описано вище амонійного азоту, кальцію, магнію, сірки та інші макро- і мікроелементів необхідних для живлення рослин.

Проте, привнесення хвості збагачення в кореневмісний шар техноземів може м ґрунтотворні процеси.

Перед усім оцінюємо вплив привнесення хвості збагачення на агрофізичні характеристики рекультивованих земель.

РОЗДІЛ IV. АГРОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЗЕМІВ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

4.1 Динаміка водно-фізичних показників рекультивованого ґрунту

Застарілі технології в проведенні технічного та біологічного етапів рекультивації порушених земель спонукають до необхідності дослідження інноваційних прийомів реабілітації земель. Серед рослин фітомеліорантів особливого поширення набуло вирощування енергетичних культур. За своїми біологічними та екологічними особливостями культура верби енергетичної найбільш придатна для вирощування на порушених та малопродуктивних землях. До критеріїв агроекологічної та меліоративної ефективності прийомів в рекультивації земель первинне значення мають водно-фізичні показники техноземів (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Водно-фізичні показники технозему в посадках енергетичної верби в орному шарі

№ п/п	Варіант технологічного дослідку	Водно-фізичні показники		
		Капілярна вологоємність, %	Загальна пористість, %	Загальний запас води в ґрунті, м ³ /га
1	мульча	14,7	35,55	42,0
2	компост	15,6	37,65	78,0
3	контроль	14,3	34,9	78,0
4	переліг	17,8	39,35	50,0

Між приведеними водно-фізичними показниками, за різних технологічних прийомів у вирощуванні рослин енергетичної верби, є певна

закономірність. Як свідчать данні таблиці, отримані результати мають достатній рівень достовірності та узгодженості. Оскільки, ґрунтоутворні процеси протікають тривалий час, зміна водно-фізичних показників також повільна. Проте динаміка має позитивний ефект і прийоми які її забезпечують мають певний науковий та практичний інтерес. Це, на нашу думку, є наслідком потрапляння в орний шар корінної породи підчас проведення гірничотехнічного етапу.

Для ґрунтоутворних процесів характерний тривалий та закономірний порядок змін, тому відтворення їх на рекультивованих землях до первинних значень також потребує часу. Підбір фітомеліорантів які здатні ефективно посилити ці процеси лежить в основі проведених нами досліджень агрофізичних параметрів техноземів.

Показник капілярної вологоємності є одним з критеріїв ефективного відтворення водно-фізичних характеристик ґрунтів (рис. 4.1).

Аналіз показників засвідчує певну перевагу використання компостів для поліпшення цього показника порівняно до інших прийомів у вирощуванні рослин верби енергетичної. Також, вирощання мульчі з трав'янистих культур також дає кращі результати ніж при чистому парі.

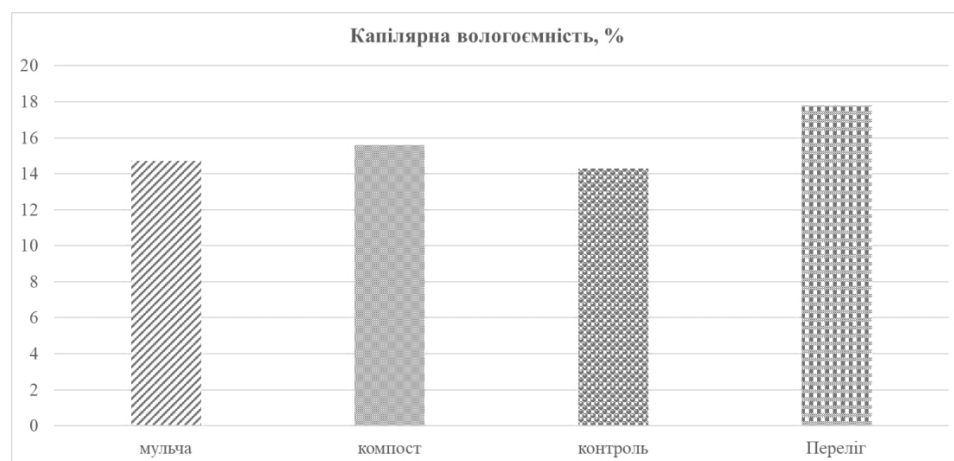


Рис. 4.1 Показник капілярної вологоємності ґрунтів в посадках верби енергетичної

Така ж тенденція характерна і для динаміки показника загальної пористості (рис. 4.2).

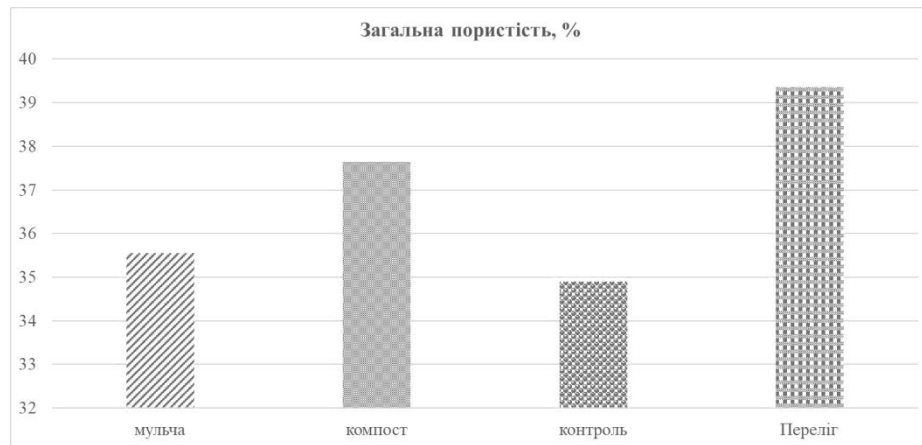


Рис. 4.2 Показники загальної пористості в садках верби енергетичної

Показник загальної пористості також був вищим на варіанті з привнесенням компосту порівняно з іншими технологічними прийомами, однак значно нижчим від показника за природного складення ґрунту – перелогів.

Більш суттєві зміни вод-фізичних показників рекультивованих земель отримали за показником об'ємної маси ґрунту (рис. 4.3). За рахунок зміни, порівняно до проекту рекультивації, в технології вирощування верби прийомів вдалось знизити показник щільності майже на $0,1 \text{ г/см}^3$ (табл. 4.3).

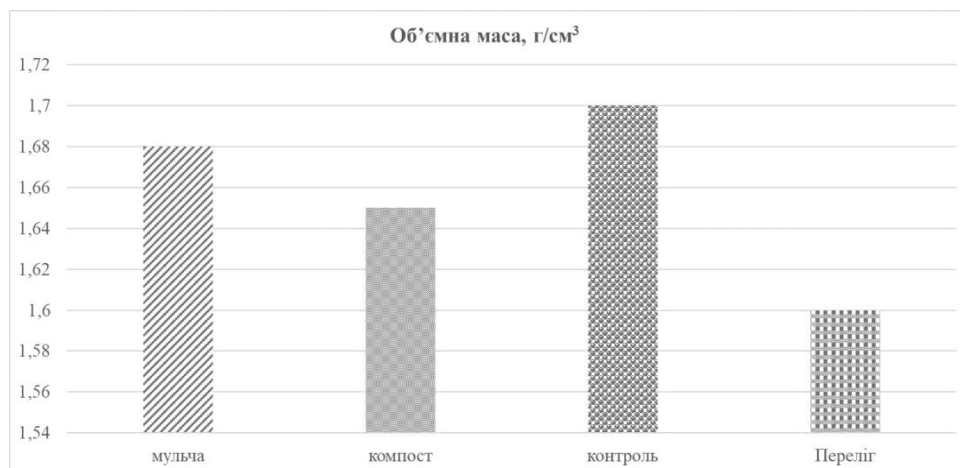


Рис. 4.3 Показники щільності ґрунту на дослідних ділянках

Проте, за досліджуваних технологічних прийомів у регулюванні водно-фізичних показників, за рахунок позитивних змін загальної пористості та щільності мали кращі запаси вологи в орному шарі технозему (рис. 4.4). Загальні запаси води майже вдвічі були вищі на рекультивованих ділянках та

ділянка з привнесення компосту порівняно до ґрунту з природним складенням.

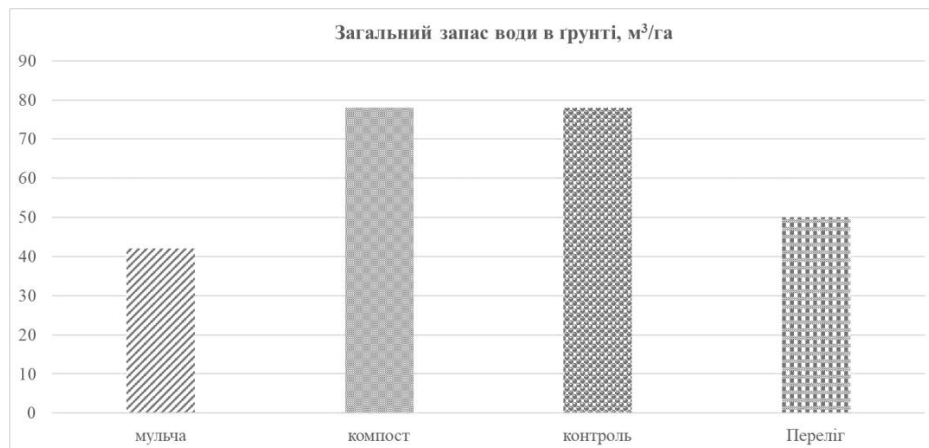


Рис. 4.4. Показники загального запасу води в шарі 0-20 см

Мульчування поверхні технозему рекультивованої ділянки не мало позитивного впливу на показник запасу води. Оскільки, в якості мульчі було використано трав'янисті культури, які є антагоністами кущових та деревних порід, значні запаси води були затрачені на розклад нанесеної фітомаси мульчі.

В цілому за результатами проведених досліджень напрошується висновок, що культура верби енергетичної є ефективним фітомеліорантом відновлення водно-фізичних показників техноземів.

4.2 Динаміка агрофізичних показників в трав'янистих ценозах

Проведений аналіз водно-фізичних показників техноземів рекультивованих земель з привнесенням «хвостів збагачення» засвідчив позитивні зрушення властивостей в посадках енергетичної верби. Проте, енергетична верба відноситься до кущової рослинності і здатна переносить високі концентрації солей протягом тривалого періоду.

Ми провели другий дослід з вивченням особливостей водно-фізичних показників в агроценозах трав'янистих культур за різної їх структури та технології висіву таблиці 4.2

Приведені в таблиці данні засвідчили позитивну тенденцію у зростанні показника капілярної вологоємності рекультивованих техноземів за

досліджуваних варіантів травосумішок порівняно до варіанту травосумішки проектної документації та до показника перелогу (рис. 4.5)

Таблиця 4.2

Водно-фізичні показники в посівах трав

№ п/п	Варіант травосумішки	Водно-фізичні показники			
		Капілярна вологосмність, %	Загальна пористість, %	Щільність ґрунту, г/см ³	Загальний запас води в ґрунті, м ³ /га
1	Конюшина червона, очеретянка звичайна, грястиця збірна (посів рядковий)	19,8	41,6	1,55	115
2	Конюшина червона, костриця очеретяна, стоколос безостий, грястиця збірна (посів рядковий)	20,8	43,6	1,49	121
3	Конюшина червона, очеретянка звичайна, грястиця збірна (посів в розкид)	18,6	40,7	1,57	101
4	Конюшина червона, костриця очеретяна, стоколос безостий, грястиця збірна (посів в розкид);	20,0	42,8	1,52	111
Контроль		15,5	34,3	1,70	66
Переліг		17,7	39,4	1,65	50

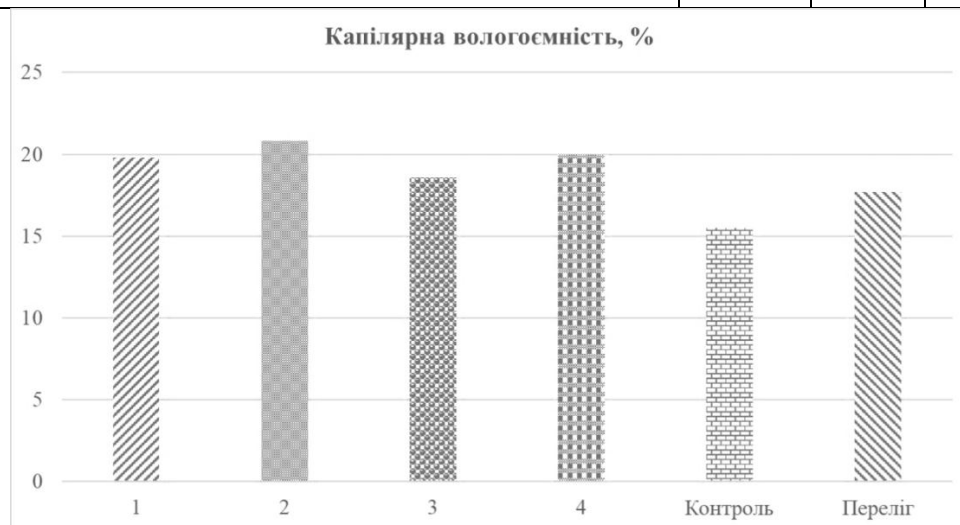


Рис. 4.5 Динаміка показника капілярної вологосмності

За показником динаміки капілярної вологості травосумішки мають значну перевагу у реабілітації техноземів порівняно з рослинами верби енергетичної (табл. 4.1)

Показники загальної пористості на рівні дещо вищому за 40% характерні для досліджуваних варіантів, і на рівні 34% (рис. 4.6) для варіанту травосумішки рекомендованого в проекті рекультивації.

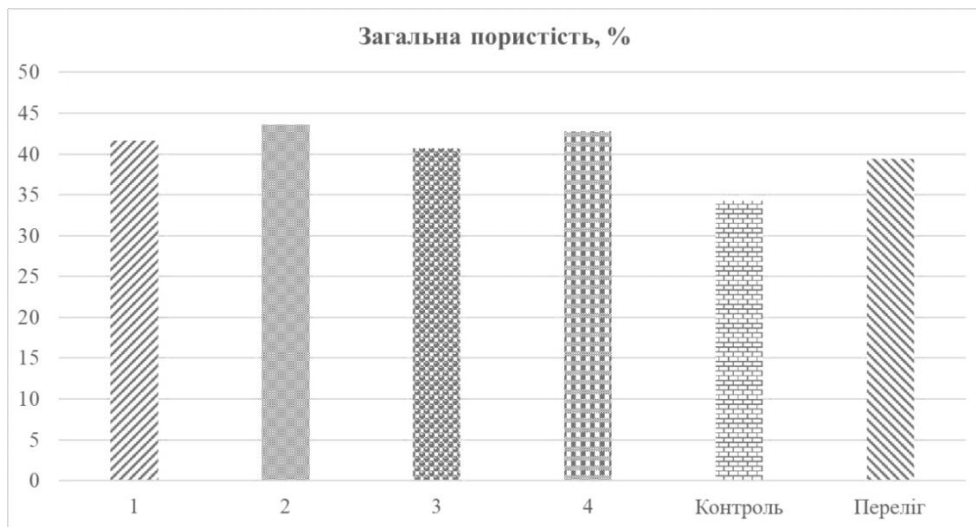


Рис. 4.6 Показники загальної пористості в посівах трав'янистих культур

За показником зниження щільності рекультивованих земель також відчутна перевага досліджуваних варіантів (рис. 4.7).

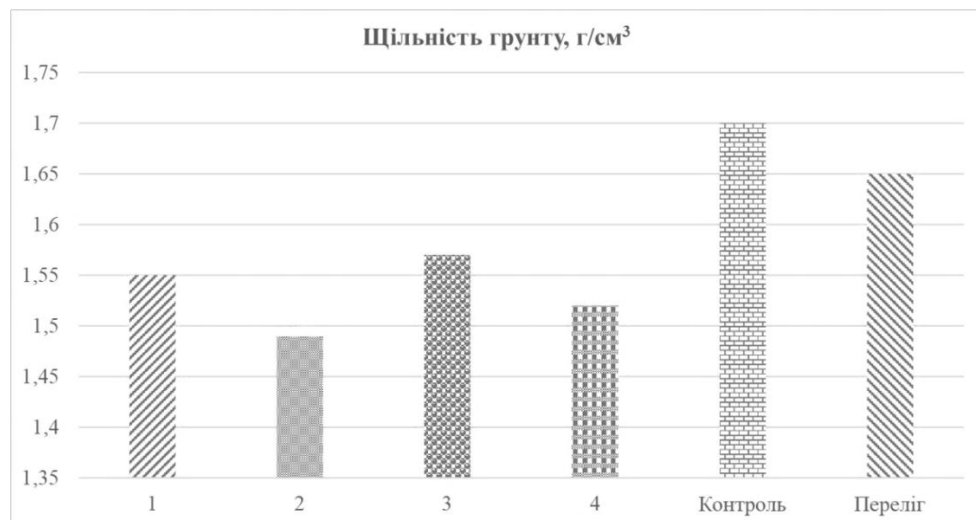


Рис. 4.7 Показники щільності ґрунту в посівах трав'янистих культур

Порівняльна оцінка засвідчує, що за показниками загальної пористості та об'ємної маси ґрунту - трав'яні ценози мають вищий меліоративний ефект порівняно з лісовими культурами.

Запас води в ґрунті є інтегрованим та практичним показником ефективності технологічних прийомів меліоративного впливу в агроценозах культивованої рослинності. Так, ми спостерігаємо майже в двічі (рис. 4.8) зростання показників запасів води в досліджуваних травосумішках порівняно до контролю а також до агроценозів верби енергетичної (табл. 4.1).

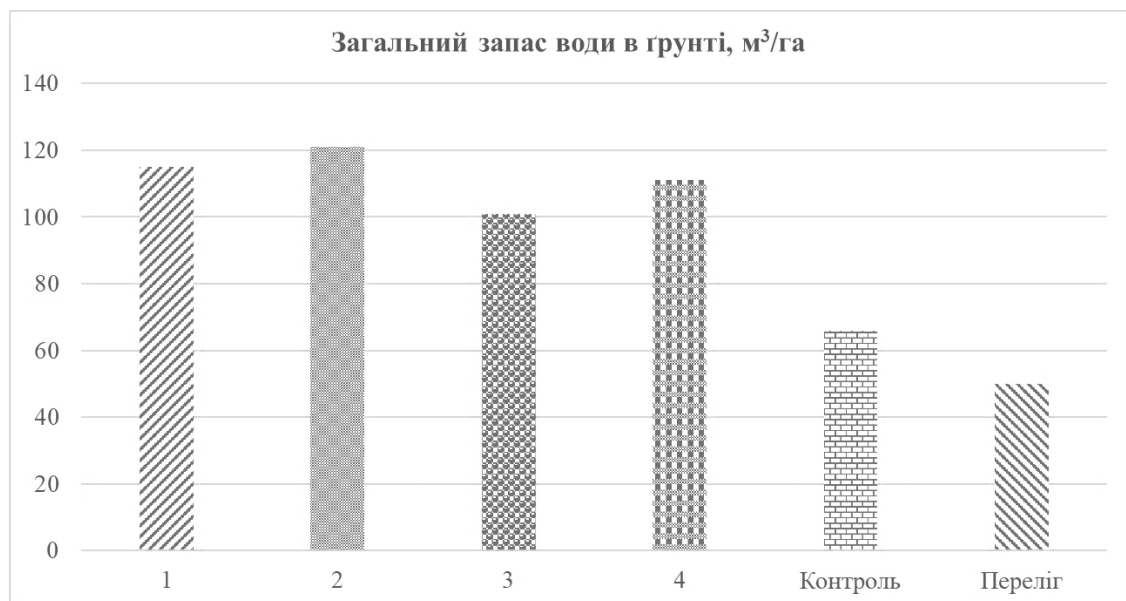


Рис. 4.8 Запас води в техноземах за вирощування трав'янистих культур

В цілому проведений порівняльний аналіз водно-фізичних показників засвідчує перевагу трав'янистих ценозів за культивування сумішки ксерофітних трав порівняно з агроценозами верби енергетичної та староорними землями з не порушеним природним складом.

Дослідження засвідчили відсутність негативного впливу хвостів збагачення на динаміку відтворення агрофізичних показників рекультивованого ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Судячи з поведених даних та їх аналіз потрапляння хвостів збагачення, при зберіганні їх у хвостовищах, неминуче впливає на зміну хіміко-бактеріологічні показники якості поверхневих вод.
2. Для підвищення рівня екологічної безпеки територій видобутку ільменітових руд слід впровадити технології активного використання хвостів збагачення в якості рекультиваційного матеріалу не здійснюючи їх тривалого зберігання хвостовищах.
3. Приведені дослідження засвідчили позитивну тенденцію у зростанні показника капілярної вологоємності рекультивованих техноземів до рівня 20% на варіантів травосумішок.
4. Показники загальної пористості на рівні дещо вищому за 40% характерні для досліджуваних варіантів травосумішок ксерофітних трав, і на рівні 34% для варіанту травосумішки рекомендованого в проекті рекультивації.
5. Порівняльна оцінка засвідчує, що за показниками загальної пористості та об'ємної маси ґрунту - трав'яні ценози мають вищий меліоративний ефект порівняно з лісовими культурами
6. Проведений агрохімічний аналіз рекультивованого ґрунту після добування ільменітових руд в агроценозах різних виді *Salix* засвідчує строкатість показників вмісту головних елементів живлення.
7. Запас води в ґрунті є практичним показником ефективності технологічних прийомів меліоративного впливу в агроценозах культивованої рослинності. Так, ми спостерігаємо майже в двічі. на рівні 120 м.³/га., зростання показників запасів води в досліджуваних травосумішках порівняно до контролю та агроценозів верби енергетичної.
8. Дослідження засвідчили відсутність негативного впливу хвостів збагачення на динаміку відтворення агрофізичних показників рекультивованого ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ І ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бровко Ф.М. Лісова рекультивация відвальних ландшафтів Придніпровської височини України: Монографія – К.: Арістей, 2009. 264 с.
2. Статистичний щорічник України 2018 р.
3. Лоза І.М., Чорна В.І. Екологічне оцінювання якості рекультивації земель кар'єру видобутку марганцевої руди щодо можливості існування ґрунтових безхребетних. *Biosyst Divers.*, 25(4). 2017. С. 318-322.
4. Жуков С.П. Критерии оценки самовосстановления растительного покрова в разных типах техногенных экотопов. *Промышленная ботаника*, 2007. Вып. 7. С. 37-42.
5. Махонина Г. И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2003. 356 с.
6. Лукина Н. В., Рязанова С. В. Особенности микоризообразования в техногенных экосистемах. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*, 2012. Вып. 7. С. 261–269.
7. Голеусов П. В., Лисецкий Ф.Н. Воспроизводство почв в антропогенно-нарушенных ландшафтах лесостепи. М. : ГЕОС, 2009. 336 с.
8. Мануїлова Г. М. Фітомеліорація девастрованих ландшафтів в умовах Львівщини: автореф. дис.. канд. с.-г. наук. Львів, 2005. 18 с.
9. Панас Р. Н. Особливості рекультивації земель Передкарпаття, порушених промисловими розробками самородної сірки. *Вісник с.-г. наук*, 1987. №9. С. 38-40.
10. Рекультивация земель: Сб. науч. тр. Днепропетровск: ДСХИ, 1987. 187 с.
11. Серета Г. Л., Лесников С. В. Опыт рекультивации земель, нарушенных при добыче марганцевой руды открытым способом на Орджоникидзевском горно-обогатительном комбинате МУМ УССР.

Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых. М.: Недра, 1977. С. 125 – 130.

12. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка : монография. Новосибирск : СОРАН, 2010. 224 с.

13. Зверковський В. М. Фітомеліорація шахтних відвалів в Західному Донбасі. *Український ботанічний журнал.* К., 1997. В. 54, №5. С. 474-481.

14. Каганов В. В. Экологические аспекты влияния лесонасаждений на свойства почв лесостепной и степной зон. *Материалы по изучению русских почв.* 2009. № 6. Вып. 33. С. 61-65.

15. Коршков И. И., Красноштан О. В. Жизнеспособность древесных растений на железорудных отвалах Криворожья. Донецк, 2012. 280 с.

16. Тарас У. М. Відновлення рослинних угруповань на девастрованих землях Яворівського сірчаного кар'єру: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Львів, 2016. 20 с.

17. Вопросы рекультивации земель в западном регионе Украины: сб. науч. тр. / Львов: ЛСХИ, 1986. 61 с.

18. Тарас У. М. Проблеми рекультивації сірчаного кар'єру в зоні діяльності Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства "Сірка". *Екологія довкілля. Науковий вісник НЛТУ України,* 2013. Вип. 23.2. С. 154 – 158.

19. Курдиш І. К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів, 2009. Вип. 9. С. 7-32.

20. Role of mycorrhizal fungi in phytoremediation and toxicity monitoring of heavy metal rich industrial wastes in southern Poland / K. Turnau, E. Orłowska, P. Ryszka and other. *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation.*, 2006. № 6. V.23. P. 533–551.

21. Веселкин Д. В. Участие растений разного микотрофного статуса в техногенно-обусловленных сукцессиях в степной зоне Урала. *Вестник ОГУ*. 2011. № 12. Т.131. С. 44–47.
22. Гурла У. Р., Шукель І. В., Оліферчук В. П. Меліоративні функції протомеліорантів у меліорації антропогенних ґрунтів. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2012. Вип. 22.09. С 40-47.
23. Назаровець У. Р. Мікоризоутворювачі та гриби-симбіонти у фітомеліорації ґрунтів, забруднених сіркою : автореф. дис. канд. с.-г. наук. Львів, 2013. 18 с.
24. Парпан В. І., Миленка М. М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. Дніпропетровськ, 2010. Вип. 18. Т. 2. С. 61–68.
25. Галан Т.І. Теоретико-методологічний напрямок стратегії рекультивації порушених земель. *Ґрунтознавство*. № 16. 2015 С. 78-82.
26. Попа Ю. М. Особливості первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу. *Ґрунтознавство*, 2010. Т. 11. № 1–2. С. 66–72.
27. Біологічна активність ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту залежно від антропогенного впливу / Снітинський В. В. та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 47-52.
28. Копій М. Л., Копій Л. І. Роль деревних рослин у відтворенні ґрунтів на відвалах Новороздільського Державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка». *Наукове товариство ім. Шевченка. Праці наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник*. Львів, 2016. Том XLVI. С. 158-168.
29. Кучерявий В. П., Геник Я. В., Дида А. П. Рекультивация та фітомеліорація. Львів : Вид-во ГАФСА, 2006. 116 с.

30. Maciejewska A., Kwiatkowska J. Wykorzystanie preparatów z węgla brunatnego do zagospodarowania gruntów pogornicznych. *Odpady organiczne a ochrona i produktywnosc agrocenozy*. Lublin, 2002. №. 73. S. 243-250.
31. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Звягинцева Д.Г. МГУ, 1991. 304 с.
32. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива / О.Б. Хіврич та ін. *Агробіологія*. 2011. Вип. 6. С. 153-157.
33. Пришляк Н.В. Волошина Я.В. Енергетична верба – перспективна альтернативна культура для отримання біопалива. *Біоенергетика*. 2014. №1. С. 14.
34. Олійник Є. Вирощування енергетичних плантацій. *Агросектор*. 2007. № 7-8(21-22). С. 38-41.
35. Шершун М.Х. Дребот О.І., Конішук В.В. Еколого-економічні особливості розвитку біоенергетики в зоні Полісся. *Економіка АПК*. 2012. № 9. С. 19-23.
36. [http:// mre.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032](http://mre.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032)
37. Смірнов О.Є. Фукса А.Д. Перспективи використання Верби прутовидної як відновлювального джерела біопалива. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 4. С. 76-78.
38. Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М. Збалансоване використання земельних ресурсів: Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2014. 552 с.
39. Береговий О.В., Котенко В.В., Шелест З.М. Особливості розвитку мікробної асоціації після проведення біологічної рекультивації відвалів. *Вісник ЖДТУ*. 2007. № 3 (42). С 156- 159.
40. Андрюханов В.А., Овсяникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование – *Новосибирск: Наука*, 2000. 200 с.
41. Колмыков С.Н. Гидрохимический анализ состояния рек, подверженных влиянию горнодобывающей промышленности на

территории Белгородской области: автореф. канд. географ. наук: 25.00.27. Белгород, 2008. 20 с..

42. Лядська І.В. Динаміка фізичних та водно-фізичних властивостей педоземів за профілем Нікопольського марганцеворудного басейну. *Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2014. № 2. С 131-133.

43. Тичина Л.К., Мостепанюк В.А. Формування ґрунтових процесів на рекультивованих землях як фактор підвищення продуктивності насаджень. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. т 28, № 2. С 95-98.

44. Яхонтова Л.К., Грудев А.П. Зона гипергенеза рудних месторождений М.: МГУ, 1978. 229 с..