

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

**Навчально-науковий інститут інноватики,
природокористування та інфраструктури**

Кафедра агробіотехнологій

КУБРІХТ ЄВГЕНІЙ ОЛЕГОВИЧ

**ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ПОЛИВУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО
ВИРОБНИЦТВА ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОСЛИНИ ТА ҐРУНТОВУ
МІКРОФЛОРУ //**

**ASSESSMENT OF THE SUITABILITY FOR IRRIGATION OF
AGRICULTURAL CROPS OF ALCOHOL PRODUCTION WASTE AND
THEIR IMPACT ON PLANTS AND SOIL MICROFLORA**

Спеціальності: 201 – «Агрономія»
освітньо-професійної програми – «Агрономія»

Кваліфікаційна робота за освітнім ступенем «магістр»

Виконав студент групи АГРМ-22
Кубріхт Є.О.

–
Науковий керівник:
к.с.-г.н., доцент **Гойсюк С.О.**

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту

«__» _____ 2023р.

Завідувач кафедри

ТЕРНОПІЛЬ – 2023

Реферат

УДК 631.95: 661.722.002.8

Оцінка придатності для поливу сільськогосподарських культур відходів спиртового виробництва та їх вплив на рослини та ґрунтову мікрофлору
// Assessment of the suitability for irrigation of agricultural crops of alcohol production waste and their impact on plants and soil microflora. Кубріхт Є.О.
Кваліфікаційна робота. Кафедра агробіотехнологій. Тернопіль, ЗУНУ, 2023 р.
66 стор. текст. част., 11 табл., 11 рис., 67 джерел літератури, додатки 4.

В Україні діє 63 спиртових заводи. Щорічно на них при виробництві спирту та дріжджів утворюється біля 0,5 млн. тон відходів спиртового виробництва (ВСВ), які накопичуються у відстійниках та забруднюють повітря газами (метан, сірководень та ін.), що виділяються в результаті метанового бродіння. У зв'язку з цим перед галуззю постає питання пошуку шляхів утилізації ВСВ, які б не порушували екологічний стан навколишнього середовища, та були б економічно доступні і вигідні виробникам.

Систематичне накопичення ВСВ обумовлює необхідність щорічного збільшення площ під нові ємності на 15-20 %, створює умови для забруднення значних ґрунтових та повітряних просторів.

Аналіз сучасних способів утилізації стічних вод спиртової промисловості, а також техніко – економічні показники їх впровадження свідчать про перспективність використання стічних вод для поливу сільськогосподарських культур. Даний метод утилізації є найменш енергоємним і найдешевшим порівняно із іншими методами і потребує подальшого вивчення.

Ключові слова: відходи, урожайність, бактерії, мікробіологічна активність, барда, вологозарядні поливи

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Відходи спиртового виробництва та аналіз сучасних способів їх утилізації.....	8
1.2. Хімічний склад відходів спиртового виробництва.....	17
1.3. Обґрунтування теми і програми досліджень	21
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Клімат і погодні умови в роки проведення досліджень.....	22
2.1.1. Рослинний покрив зони.....	29
2.2. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки.....	30
2.3. Методика і техніка проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
3.1. Хімічний склад ВСВ та оцінка їх придатності для поливу	37
3.2. Вплив ВСВ на проростання насіння	41
3.3. Вплив ВСВ на мікробіологічну активність ґрунту.....	43
3.3.1. Зміна чисельності мікроорганізмів циклу перетворення сполук азоту під впливом ВСВ.....	46
3.4. Вплив ВСВ на урожайність та якість продукції.....	49
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА	54
РОЗДІЛ 5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА	57
5.1. Аналіз умов праці в рослинництві АПК	57
5.2. Заходи виробничої санітарії та особистої гігієни праці при роботі із ВСВ	59

5.3. Рециклінг відходів промисловості, як екологічно безпечна утилізація.....	60
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	62
6.1. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці.....	62
6.2. Аналіз умов праці, небезпек і шкідливостей при внесенні дефекату та органічних добрив.....	63
ВИСНОВКИ	65
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	67
ДОДАТКИ.....	75

ВСТУП

Актуальність теми. Нині Україна посідає одне з чільних місць у світі за масштабом, гостротою і складністю проблеми знищення відходів. Важливим питанням для вирішення даної проблеми є утилізація відходів промислових підприємств. При цьому слід застосовувати методи, безпечні для довкілля і, по можливості, корисні для інших галузей промисловості і народного господарства.

Щорічно на спиртових заводах при виробництві спирту та дріжджів утворюється біля 0,5 млн. тон відходів спиртового виробництва (ВСВ), які накопичуються у відстійниках та забруднюють повітря газами (метан, сірководень та ін.), що виділяються в результаті метанового бродіння. У зв'язку з цим перед галуззю постає питання пошуку шляхів утилізації ВСВ, які б не порушували екологічний стан навколишнього середовища, та були б економічно доступні і вигідні виробникам.

Систематичне накопичення ВСВ обумовлює необхідність щорічного збільшення площ під нові ємності на 15-20 %, створює умови для забруднення значних ґрунтових та повітряних просторів.

Аналіз сучасних способів утилізації стічних вод спиртової промисловості, а також техніко – економічні показники їх впровадження свідчать про перспективність використання стічних вод для поливу сільськогосподарських культур. Даний метод утилізації є найменш енергоємним і найдешевшим порівняно із іншими методами і потребує подальшого вивчення.

Мета: Мета досліджень полягає у вивченні придатності для поливу, впливу ВСВ на урожайність та якість сільськогосподарських культур, поживний режим ґрунту і встановленні оптимальних, екологічно обґрунтованих доз внесення ВСВ під сільськогосподарські культури шляхом осінніх вологозарядкових поливів.

Для реалізації мети вирішувались наступні **завдання:**

- 1) встановлення придатності ВСВ ДП “Довжоцький спиртзавод” для удобрювальних поливів сільськогосподарських культур, визначивши ряд показників;
- 2) вивчення впливу різних доз ВСВ на:
 - біологічну активність ґрунту (целюлозоруйнівну здатність);
 - чисельність мікроорганізмів циклу перетворення сполук азоту
 - урожайність та якість сільськогосподарських культур;
- 3) встановлення найменш енергозатратних та економічно вигідних доз утилізації ВСВ.

Об’єкт дослідження – ґрунтові процеси, сільськогосподарські культури, ВСВ (стічні води 4-ої категорії).

Предмет дослідження – урожайність та якість сільськогосподарських культур, мікробіологічна активність ґрунту.

Методи дослідження. Використовувались методи експериментальних та теоретичних досліджень. Із першої групи використовували лабораторні, та польові дослідження.

В лабораторному досліді вивчали вплив концентрації солей ВСВ на проростання насіння, оптимальні норми внесення.

Хімічний склад ВСВ, біологічну активність ґрунту, урожайність та якісний склад продукції аналізували загальноприйнятими методами.

З теоретичних методів використовували аналіз, синтез, індукцію, дедукцію, та інші.

Наукова новизна. У роботі вперше детально вивчається якісний склад ВСВ ДП “Довжоцький спиртзавод”, досліджується їх вплив на систему “ґрунт – рослина” при проведенні вологозарядкових удобрювальних поливів та встановлюються науково обґрунтовані норми внесення.

Важливе значення має багатобічне дослідження даної проблеми, яке включає вплив ВСВ на проростання насіння сільськогосподарських культур при різному розбавленні відходів у лабораторному досліді, на урожайність сільськогосподарських культур, біологічну активність ґрунту.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонований метод утилізації ВСВ дозволяє виключити викиди відходів у поверхневі джерела та попередити забруднення навколишнього середовища, збільшити урожайність та покращити якість с.-г. культур.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Відходи спиртового виробництва та аналіз сучасних способів їх утилізації

Етиловий спирт для харчової промисловості виробляється методом бродіння із рослинної крохмалю - і цукровмісної сировини, в основному із зерна злаків, картоплі та меляси [1].

Стічні води спиртового виробництва залежно від джерела виходу мають різний ступінь забрудненості і за цією ознакою класифікуються на такі чотири категорії: 1 – теплообмінні води; 2 – води від продувки парових котлів та регенерації хімічної водоочистки; 3 – лютерні води; 4 – води від миття обладнання, промивні і фільтрпресові води дріжджових цехів, транспортерно-мийні та господарсько-побутові води, первинна і вторинна барда [2, 3]. Відходами спиртового виробництва (ВСВ) вважаються стічні води четвертої категорії, забрудненість яких виключає циркуляцію у виробництві та випуск у каналізаційну мережу. Основна їх маса потрапляє здебільшого у ставки-накопичувачі для часткового біологічного та механічного очищення.

При переробці бурякоцукрової меляси на спирт в якості відходів з кожної тони меляси утворюється 3,6 м³ післяспиртової барди, або 13,4 дкл на 1 дкл отриманого безводного спирту; в розрахунку на сахарозу це складе 85 дкл на 100 кг переробленого цукру [1, 4].

При виробництві дріжджів з меляси відходить значна кількість ВСВ, що містять багато невикористаних органічних речовин і мінеральних солей, використання яких дозволяє виробляти кормові дріжджі, гліцерин, глютамінову кислоту, бетаїн та його похідні, удобрювальні солі, вітамін В₁₂ та деякі інші цінні продукти для народного господарства [5]. У зв'язку із цим

у світі існує значна кількість методів цільового використання та утилізації даних відходів.

До недавнього часу в Україні мелясову післяспиртову барду утилізували, в основному, вирощуючи на ній кормові дріжджі. Однак при цьому утворюється ще більш важкий відхід – післядріжджова барда. Крім того у зв'язку з подорожчанням енергоресурсів, виробництво кормових дріжджів на спиртових заводах стало нерентабельним.

Вітчизняній та зарубіжній практиці відомий ряд технологічних схем утилізації мелясової барди спиртового виробництва. Основні з них:

- озолення згущеної післяспиртової мелясової барди з метою отримання мінеральних солей (поташ, сода, сульфат калію);
- суха перегонка – коксування барди з метою отримання ціанідів, аміаку, газової сажі та мінеральних солей;
- отримання ряду медичних препаратів з мелясової барди (ацидин, глютамінова кислота та ін.);
- приготування сухого бардяного жому;
- використання згущеної післяспиртової барди в якості кормової добавки;
- використання барди для зрошення та удобрення посівів.

Перші два напрямки використання післяспиртової барди в наш час не використовуються, так як поступаються за рентабельністю виробництву аналогічних продуктів на підприємствах хімічної промисловості.

Використання мелясної барди за іншими напрямками економічно доцільне, воно отримало поширення в США та деяких країнах Західної Європи.

Найбільш широко післяспиртова мелясова барда використовується в сільському господарстві в якості кормової добавки та удобрення [4, 6]

Мелясова барда є повноцінним середовищем і найдешевшою сировиною для отримання з неї бетаїну, глютамінової кислоти і глютамату натрію. Так вміст глютамінової кислоти в ній складає 2,3% на суху речовину.

Методом кислотного гідролізу Пойвін С.С. ще у 1940 р. отримав з концентрованої м'ясясової барди бетаїн та глютамінову кислоту. Також м'ясясову барду використовували для виробництва гліцерину, бардяної золи та енергетичного тепла, метану та вітаміну В₁₂. Щодо останнього, то досліді велися у 60-х роках у Німеччині. М'ясясова барда використовувалась, як поживне середовище для вирощування мікроорганізмів (актиноміцетів та бактерій), продукуючих антибіотик – біоміцин та вітамін В₁₂ [1].

М'ясясова барда за своїм складом – повноцінне середовище для вирощування кормових дріжджів. За дослідженнями ЦНДІСПа, при безперервному вирощуванні кормових дріжджів *Candida tropicalis* з 1м³ барди можна отримати до 50 кг пресованих дріжджів, а при додаванні в барду 1% м'ясяси можливо збільшити вихід кормових пресованих дріжджів до 70 кг, або до 20 кг сухих кормових дріжджів вологістю 10% [7].

Проведені Рудницьким П.В. «дослідження показали, що найбільш перспективними є наступні схеми (А і Б) комплексної переробки м'ясясової барди. За схемою А з бражки виділяють хлібопекарські дріжджі, а з барди виробляються глютамінова кислота (або глютамат натрію), бетаїн та хлористі солі. Останні виділяються з маточного бардяного розчину після вилучення з нього азотистих сполук та використовуються у вигляді удобрювальних туків. За схемою Б з бражки виділяють хлібопекарські дріжджі а на барді вирощують сухі кормові дріжджі. Вторинну барду випарюють і спалюють для отримання поташу, соди кальцинованої, сульфату та хлористого калію»[8].

Відоме досить цікаве використання м'ясясової барди для боротьби із шкідниками буряків, використовуючи її для приготування приманок замість м'ясяси [1].

Академік Звероземб-Зубовський «розробив спосіб застосування м'ясясової барди для стимулювання росту насіння і отримання добрих сходів цукрових буряків. Даний спосіб ґрунтується на поливі з лійки свіжою охолодженою бардою насіння при ретельному перемішуванні. На 1т насіння

використовується 1200-1300 л барди з подальшим просушуванням. Продукти термофільного метанового бродіння післядріжджової мелясової барди можливо використовувати для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, в якості регулятора росту, шляхом передпосівної обробки насіння» [9, 10].

Досить широко використовується післяспиртова мелясова барда для годівлі сільськогосподарських тварин. Кормова цінність мелясової барди складає 0,061 одиниць на 1 кг, що більш ніж на 40% більше кормової цінності картопляної барди. Доведено, що барда володіє 65% поживної цінності меляси і може входити в склад корму у кількості 10% - для жуйних тварин і 2-3% - для свиней [1, 11].

Цінність барди як корму обумовлюється наявністю в ній: азотистих сполук, зокрема амідів; холіну та бетаїну; групи вітамінів – рибофлавіну (B₂), тіаміну (B₁), нікотинової кислоти (PP), пантотенової кислоти, біотину та ін.; мікроелементів [4].

Про отримання білково-вітамінних добавок до кормів з відходів м'ясо-спиртових заводів зазначають вітчизняні та зарубіжні вчені [12, 13, 14, 15, 16].

В Польщі 2/3 спирту виробляють з картоплі та зерна і лише 1/3 – із бурякоцукрової меляси. Стічні води заводів використовують для поливу луків та пасовищ, піддають біологічному очищенню за тристадійною схемою. Якщо їх БПК₅ сягає 30 мг/л – ВСВ скидають в річки. На ряді заводів ведеться згущення барди, упарення та спалювання. Утворені при цьому солі використовують для отримання поташу. Поливні ділянки організувалися на Сераджському заводі, в Госвиновицях, Явожині, Машево, Волчині. Поливали культури дощуванням, зрошувальна норма складала 60-120 мм. При зрошуванні ґрунт збагачувався поживними речовинами, урожай трав (сіно) збільшувався в 2-4 рази. На поливних ділянках випасали худобу, проте випадків псування молока не спостерігали [17].

У Словаччині відсепаровану барду після вирощування кормових дріжджів упарювали. Для очищення ВСВ застосовували окислювальні канали, а також штучні аераційні пристрої [18]. ВСВ дріжджових заводів, розбавлені в 2-5 разів, рекомендується використовувати для зрошення полів в дозах до 100 мм в рік [19].

В США розроблялись методи очищення ВСВ, встановлювалась можливість застосування окислювальних процесів, регулювання БПК₅ при різному навантаженні. Дослідження показали, що при використанні біологічних фільтрів із рециркуляцією води не вдалося досягнути позитивних результатів. Найкращий ефект очищення досягався при двоступеневому біологічному методі. Однак при рН-6 поверхня фільтрів вкривалася різноманітними грибами. Із збільшенням рН до 7, гриби зникали на протязі декількох днів. Також упарена до 15-20% сухих речовин барда на протязі десятиріч тут успішно використовується на корм молочній худобі і для приготування комбікормів [11, 20, 21].

У Швеції очистка здійснювалась на цілому комплексі споруд, для чого використовували упосереднюючі басейни, камери перегнивання, біофільтри із вентиляторамі. Утворений в камерах метан та сірководень спалювали. Ефективність очищення 90% [18].

У Франції спирт отримують із бурякової меляси, виноградної мезги, при перегонці вин та меляси. З 23 заводів, що переробляють мелясу, 20 мають випарні установки. Для покращення якості упареної м'ясової барди її знесолюють. Упарена барда використовується, в основному на корм худобі, а також, як добриво та у будівельній індустрії, як зазначено у проспектах фірм Деленланк і К та Лесафр [22, 23]. Утилізація ВСВ тут здійснюється також при використанні їх у сільському господарстві для зрошення. Широке впровадження даного способу стримується відсутністю великих земельних площ поблизу заводів, виділенням речовин із неприємним запахом. Для утилізації стічних вод застосовують різноманітні методи очищення, що дають змогу використовувати їх в оборотному циклі, або для отримання

продуктів, які знаходять збут на ринку. Поширена мікробіологічна очистка ВСВ із виробництвом білку та очистка дріжджовою культурою міцелію та водоростей [24]. На багатьох заводах Франції солі, що утворюються в процесі знесолювання барди, використовують в якості добрива. Таким чином утилізують барду в Бельгії, Голландії, Німеччині та інших країнах.

В Японії ВСВ очищали за допомогою водоростей. При цьому їх БПК зменшується на 80-90, ХПК – на 40-50%. Хлорела, що використовується для очистки складає значне джерело білку, придатного для годівлі тварин. В ній містяться також ліпіди та вітаміни [17].

В Португалії ВСВ очищають на біофільтрах після гомогенізації, попереднього відстоювання, хімічного очищення вапном та нейтралізації. Біологічне фільтрування здійснюється із рециркуляцією [24].

У Великобританії спиртові заводи працюють на солоді та кукурудзі, а також на мелясі цукрової тростини. ВСВ концентрують та сушать. Побічні продукти використовують в якості корму для домашньої птиці. Очищення конденсатів проводять на багатоступеневому біофільтрі, після чого ВСВ скидають у море [25].

В Шотландії барду упарюють за 4-ступеневою технологією і сушать. Перед подачею на випарні апарати її звільняють від зваженого осаду. Отриманий сухий продукт продають на корм худобі. Стічну рідину заводів утворюють конденсати. Застосовується також очищення у біофільтрі із синтетичною насадкою. При вмісті в барді поверх 2% твердих речовин, її концентрують випарюванням, в іншому випадку розбавляють та піддають біологічному очищенню. Процес очистки автоматизований, зменшення БПК складає 96% [26].

В Південній Америці ВСВ піддають мезофільному анаеробному зброджуванню. Використовують також випарювання із отриманням субпродукту, який збувають на ринку.

В Індії ВСВ в процесі в процесі перегнивання збіднюються органічними речовинами, БПК зменшується на 80-85%. Розбавлені у

співвідношенні 1:3, вони проходять анаеробне зброджування. Таке розведення було оптимальним для забезпечення ефективності зменшення в п'ятиденний термін БПК на 89%. З анаеробних відстійників їх використовують для зрошення сільськогосподарських угідь. На поливних ділянках спостерігали акумуляцію солей та органічних речовин в ґрунті. Річні дослідження підтвердили потребу в розбавленні стічних вод в анаеробних відстійниках річковою водою у співвідношенні 1:10. при такому розбавленні вміст калію в ґрунті на ділянках під цукровою тростиною склав 5 тис. кг/га. Негативного впливу калію на ґрунти не відмічали. Зрошення не завдавало шкоди ґрунту та рослинам. Дослідження індійських вчених свідчать про покращення якості зерна сої при поливі стічними водами [27, 28].

У Бельгії відходами мелясних спиртових заводів на протязі 25 років зрошували сільськогосподарські угіддя. Застосовують також біологічну очистку за допомогою активного мулу та біофільтрів. З барди готують добрива, збагачені органічними речовинами; отримують гранульований шлак, використовуючи в'язучі властивості концентрованої барди із 70%-ним вмістом сухих речовин; піддають спалюванню [29].

На Мишковицькому спиртовому заводі Тернопільської області вивчали біологічну очистку ВСВ. При цьому втрачалися всі корисні речовини, що в них містилися. Будівництво біологічного очищення негативно вплинуло на економічні показники завод, проте потрібний ступінь очищення не досягався, ВСВ повертали у ставки-накопичувачі.

На Лужанському і Чернівецькому спиртових заводах мелясна післядріжджова барда по технології ВНДППД концентрувалася на чотирикорпусній випарній установці. Упарена до вмісту сухих речовин 40% застосовувалась в будівельній індустрії як пластифікатор при виготовленні залізобетонних виробів, а також при виробництві цементу як розріджувач сировинного шламу [30].

Вченими розглядалось питання різних методів очищення ВСВ [31, 32]. В Іспанії стічні води спиртових заводів піддають біологічному очищенню за допомогою озонування [33, 34]. Вітчизняні вчені пропонують очищення стічних вод при поливі засіяних схилів [35].

Сучасні дослідження свідчать про ефективність використання ВСВ для виробництва біогазу на метантенках та аеротенках. Отриманий біогаз містить 76% метану. Ефект очищення на 5 добу становить 96,3% [36]. Для очищення ВСВ застосовують реагентний, біологічний та електрохімічний методи. Реагентний метод складається із стадій відстоювання, хлорування та фільтрування на вугільно-піщаних фільтрах, вимагає важкої ручної праці і пов'язаний із шкідливими умовами (утворення діоксину). Біологічний характеризується тривалістю, нестабільністю і вимагає наявності санітарно-захисної зони. Електрохімічний включає фільтрацію грубо дисперсних зважених часток, обробку електричним струмом і фільтрацію грубодисперсних зважених часток. Характеризується високим ступенем автоматизації [37]. Використовують також комбіноване очищення (біологічне і фізико-хімічне). Технологія базується на використанні принципу електролізу рідини із застосуванням розчинних електродів із впливом імпульсного електричного струму та озонування [38]. Ці методи на даний час хоч і є в деякій мірі ефективними, проте досить енергозатратними, що робить їх малодоступними.

Завдяки наявності у складі барди азоту, фосфору, мікроелементів, гумінів та ін., вона може успішно використовуватись в якості добрив.

ВСВ можливо використовувати в якості гранульованого органічно-мінерального добрива. Сировиною для їх виготовлення є барда, суперфосфат, лужні добавки (KOH, NaOH, вапно) [39].

Дослідження по використанню барди для зрошення полів проводились в США і на Філіппінах. Результати сумісних досліджень, проведених цими країнами по використанню рідких відходів спиртогорілчаних заводів в

якості добрива при вирощуванні цукрової тростини, показали прискорення її росту, підвищення врожайності і цукристості [40].

Мілан Шкарда «пропонує використовувати мелясову барду у складі промислових компостів»[41].

Про вплив ВСВ, як стимулятора росту мікроорганізмів ґрунту, «згадує Забродський А.Г.» [12].

Як вказує Бацула А.А. «стічні води підприємств спиртової промисловості можливо застосовуватись для удобрювальних поливів зернових і кормових культур на ґрунтах легкого механічного складу лише після попередньої підготовки, наприклад нейтралізації. Для попередження процесу осолонцювання (один раз у 2-3 роки) вносять 1-2 т/га гіпсу або щорічно – простий суперфосфат в нормі 80-90 кг діючої речовини на 1 га. Автор пропонує вносити під люцерну 500 м³/га, кормові буряки – 300, кукурудзу на силос – 200м³/га стічних вод» [42].

Фінська фірма Rosenlew Engineering рекомендує використовувати для зрошення полів не упарену спиртову барду [43, 44]

Український НДІ гідротехніки і меліорації у 1970-1977рр. проводив дослідження по виявленню можливості використання в сільському господарстві стоків підприємств спиртової промисловості. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації по використанню СВ спиртових заводів для зрошення сільськогосподарських культур [5].

У 1994р. співробітники кафедри ґрунтознавства НАУ під керівництвом академіка Н.К. Шикуди провели дослідження по визначенню впливу різних доз упареної мелясової барди на урожай озимої пшениці на чорноземних ґрунтах в стаціонарних дослідах радгоспу “Обрій” Шишацького району Полтавської області. Доза внесеної весною упареної барди складала 1,7; 2,5; 5 і 7,5 т/га. На контрольних ділянках барду не вносили. Найбільш високі прибавки врожаю озимої пшениці отримані на фоні внесення барди у кількості 5 т/га (65 ц/га – в контролі 36,8 ц/га). Спостерігались кращі якісні показники зерна.

В наш час продовжуються дослідження по використанню ВСВ сільському господарстві. Так встановлюється можливість удобрювальних поливів гарячою мелясною бардою по снігу, що сприяє одночасному розбавленню та охолодженню відходів [45].

На деяких спиртових заводах України організовано зрошення сільськогосподарських угідь ВСВ в об'ємах 200-300 тис. м³ щорічно. Багаторічні спостереження за зрошуваними землями підтверджують ефективність післяспиртової барди як добрива.

1.2. Хімічний склад відходів спиртового виробництва

Стічні води спиртових заводів бурого кольору. Їх забарвлення спричинене присутністю меланоїдно-гумінових речовин, які в розчиненому стані мають забарвлення від світло-жовтого, червоно-бурого до темно-коричневого, дьогтеподібного. Меланоїдини, перетворюючись в гуміни, обумовлюють структуруутворення ґрунтів та їх родючість. Внаслідок високої забрудненості в стоках навіть після біологічного очищення, випуск їх у водойми недопустимий.

Відходи являють собою складну полідисперсну систему, сухі речовини в якій знаходяться у вигляді зважених речовин або в розчиненому стані. Суха речовина складається з білків, геміцелюлоз, целюлози, цукрів, декстринів, жиру, мінеральних та інших речовин. Сухі речовини складаються на 35-45% із зважених речовин і на 55-65% – з розчинних [46].

Мутність води обумовлена присутністю в ній нерозчинених і колоїдних речовин неорганічного і органічного походження [5].

Досить детально хімічним аналізом стічних вод займався Лур'є Ю.Ю. [47].

Стічні води відрізняються підвищеною мінералізацією та більш високим вмістом зважених речовин, в'язкість їх порівняно із чистою водою

вища на 30-60 %. Коефіцієнт поверхневого натягу краплини більший на 20-30 % [48].

За даними цього ж автора, склад мелясової барди характеризується наступними показниками: води – 88-92, сухих речовин – 8-12%, органічних сполук в % до сухої речовини – 68-72, в тому числі: протеїну – 11-12, незброджених цукрів – 4-7, гліцерину – 7-9, карбонових кислот – 13-20, бетаїну (27% N) – 8-10, глютамінової кислоти – 6-9, лейцину, ізолейцину, аланіну та інших амінокислот – 1-3, гумінових кислот, жирів – 10-15%; неорганічних сполук – 26-32% сухої речовини. В стічних водах знайдено вітаміни: рибофлавін – 8 мг/л; пантотенова – 39, нікотинова – 21, фолієва – 0,3 кислоти, піридоксин – 30, біотин – 1,5 мг/л; мікро і макроелементи, біологічно активні речовини.

За даними Забродського А.Г. [12] в невеликих кількостях в барді міститься глюкоза, фруктоза, пентоза, мелібіоза. Редуруючі речовини барди складаються на 1/2-1/3 з асимільованих дріжджами цукрів, а на 1/3-1/2 – з фарбуючих меланоїдових сполук, що не використовуються дріжджовими клітинами. Леткі карбонові кислоти (оцтова і мурашина) та нелеткі (молочна, гліколева, яблучна, винна і янтарна) переходять в мелясу із буряків і утворюються в процесі цукрового виробництва і частково при спиртовому бродінні. Гліцерин і у невеликій кількості етиловий, ізоаміловий та інші вищі спирти залишаються в барді при перегонці бражки у спиртовому виробництві.

Азотистих речовин в барді – 0,4-0,6%. Їх кількість залежить від складу меляси [49]. Більша їх частина припадає на бетаїн, що незначно використовується дріжджами, а інша частина – на азот амінокислот, амідний азот і аміачний азот. У великій кількості в мелясовій барді міститься піролідонкарбонова кислота (до 0,4-0,5%), яка при гідролізі перетворюється в глютамінову. Барда багата на мінеральні сполуки (в основному К, Na, Ca,

Mg) та на мікроелементи (Mg, Ni, Co, Cr, Wa, Mo та ін.) а також вітаміни групи В.

У сухій речовині післяспиртової м'ясової барди міститься 14,8 % мінеральних речовин, в. т. ч. Кальцію – 1,31, натрію – 0,81, калію – 4,02, фосфору – 0,74 [50].

За даними, що приводить І.С. Попов [51], в 1кг м'ясової барди міститься (в г): безазотистих екстрактивних речовин – 40, перетравлюваного протеїну – 3, кальцію – 0,07, фосфору (P_2O_5) – 0,09.

Криштул Ф.Б. «приводить дані по хімічному складу барди після відділення дріжджів сепаруванням (в %) вода – 90,6, сухі речовини – 9,4, азот у перерахунку на протеїн ($N \cdot 6,25$) – 2,44, азот білковий – 0,27, загальні редуруючі речовини – 0,44, пентози-0,13, гліцерин – 0,70, фосфор (P_2O_5) – 0,02, вільні кислоти у перерахунку на сірчану – 0,08» [52].

Досить детальний хімічний склад сухої речовини м'ясової післяспиртової барди приводить Дудник А.А. [4]. Його дані свідчать про вміст у % органічних речовин – 80; білок – 4,62, амідни – 20,38, з них бетаїн – 14,50, жири – 1,63; безазотисті екстрактивні речовини – 53,37, в т.ч. цукор – 5,0; зола – 20,0; мінеральні речовини: кальцій – 3,10, фосфор – 1,63, калій – 8,50, магній – 1,30, натрій – 1,18, сірка – 0,20, хлор – 3,0. Автор відмічає що у сухій речовині післяспиртової барди міститься ряд мікроелементів, життєво необхідних рослинам, зокрема марганцю – 0,3-0,9, міді – 0,3-18,3, молібдену – 0,03-0,09, бору – 0,3-12,7, кобальту – 0,06-0,64, барію – 0-23,3 та інші.

Поряд з основними поживними речовинами і мікроелементами в складі м'ясової барди містяться біологічно активні речовини – вітаміни групи В та ін. В 1 кг сухих речовин післяспиртової барди міститься (мг): тіаміну – 2,0-2,6, рибофлавіну – 45,0-50,0, пантотенової кислоти – 27,5-50,0, нікотинової кислоти – 806-1552, піридоксину – 4,3-9,6, біотину – 0,014-0,015, інозиту – 950-2212, фолієвої кислоти – 8-10.

Частково хімічний склад стічних вод описує Бацула А.А. Він повідомляє, що вміст азоту в них складає 0,1-2,4 г/л, аміачного 0,1-2,2, фосфору 0,01-0,1, калію 3,4-10,3 г/л. Також міститься бетаїн – 8-10% до сухої речовини, глютамінова кислота – 6-9%, лейцин, аланін та інші амінокислоти – 1-3% [42].

Миرونюк Г.М. [53] і Тищенко А.В. [54] для спиртової барди приводять такі показники хімічного складу (%): вода – 94,3; протеїн – 1,70; жир – 0,027; клітковина – 1,22; БЕР – 2,19; зола – 0,58; кальцій – 0,22 г/кг; фосфор – 0,4 г/кг.

Над амінокислотним та загальним хімічним складом післяспиртової мелясової барди як корму працював М.Ф. Томме [55] та Р.В. Мартиненко [56].

Як видно із хімічного складу мелясової барди, що приведений різними авторами, спостерігається значне варіювання показників. Дана тенденція спричинена особливостями технологічних процесів на спиртових заводах і нерівномірністю складу стічних вод [57].

Показники хімічного складу варіюють не лише між заводами, а й мають досить значні коливання на окремому підприємстві, що пояснюється, як уже вказувалося, змінами у технологічних процесах (залежно від виду продукції що випускається: хлібопекарські, кормові дріжджі, рідка вуглекислота, спирт; кислоти, що використовується для підкислення поживного середовища та ін.)

В процесі відстоювання стічних вод у відстійниках інтенсивно протікає метанове бродіння із виділенням речовин із неприємним запахом: метану, сірководню, індолу і скатолу. З бетаїном утворюються комплексні солі, реакція середовища змінюється з кислої (рН – 4,6) в бік лужної (рН – 7,4-9,1). Хімічний склад стічних вод і співвідношення окремих катіонів також змінюється [5].

Придатними для зрошення слід вважати ті види стічних вод зрошення якими не здійснює негативного впливу на родючість ґрунту, не знижує

урожай сільськогосподарських культур і якість вирощеної продукції, в ґрунті не накопичуються токсичні речовини [58].

1.3. Обґрунтування теми і програми досліджень

Виходячи із здобутків вітчизняної та зарубіжної науки щодо використання ВСВ у сільському господарстві, зокрема в якості удобрювальних поливів, можна зробити висновок про наявність значного простору для подальших наукових досліджень в цьому напрямку.

Поблизу м. Кам'янець-Подільський розміщено ДП “Довжоцький спиртзавод” в результаті виробничої діяльності якого у ставки-накопичувачі надходять тисячі тонн ВСВ, що сприяє забрудненню навколишнього середовища. На сьогоднішній день єдиним доступним, як для даного підприємства так і для більшості аналогічних підприємств України, способом утилізації відходів є їх внесення під сільськогосподарські культури шляхом вологозарядкових удобрювальних поливів.

Попередні дослідження свідчать про перспективність даного способу знешкодження ВСВ. При цьому досягається підвищення урожайності та покращення якості продукції рослинництва, покращується поживний режим ґрунту, зменшується площа під відстійниками. Вищевказані підстави зумовили формування напрямку досліджень і формулювання теми даної дипломної роботи. Основний акцент у наших дослідженнях ставиться на науково обґрунтовані норми внесення ВСВ, які б не мали негативного впливу на ґрунт і рослини, зокрема показники ґрунтово-вбирного комплексу та біологічної активності ґрунту, урожайність та якість сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Клімат і погодні умови в роки проведення досліджень

Дослідження проводились на полі ТОВ компанія «Агро-Нова», м. Кам'янець-Подільський, Хмельницької області, яке розташоване у південній частині Хмельницької області і по зональному поділу відносяться до південно-західної частини Лісостепу України.

Клімат зони помірно-континентальний з м'якою зимою та теплим вологим літом. Середньорічна температура повітря становить $7,8^{\circ}\text{C}$. Середня температура найбільш теплого місяця (липня) – $19,5^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішого (січня) – -5°C . Влітку максимальна температура повітря доходить до $36...38^{\circ}\text{C}$, а мінімальна, в найбільш холодні зими, сягає $-31...-33^{\circ}\text{C}$.

Перехід від одного сезону до іншого проходить поступово. Перші опади, у вигляді снігу, спостерігаються у третій декаді листопада, а стійкий сніговий покрив формується у третій декаді грудня. Зима характеризується довготривалими та інтенсивними відлигами. Середньомісячна багаторічна температура за зимовий період сягає $-3,8^{\circ}\text{C}$.

У кінці лютого сніговий покрив починає руйнуватись, а в першій половині березня сходить.

За початок весняного сезону рахують дату стійкого переходу середньодобової температури через 0°C , який звичайно проходить $10...15$ березня. Цей перехід від зимового режиму до літнього, в середньому триває протягом двох місяців.

У першій декаді квітня відзначається перехід середньодобової температури через 5°C – це початок весняного обробітку ґрунту, сівби ранніх ярих, відновлення вегетації озимих та багаторічних культур.

В третій декаді квітня закінчуються останні весняні приморозки і середньодобова температура повітря переходить через 10°C – це початок

сівби пізніх теплолюбних культур. Тривалість періоду з температурою вище 10°C , в середньому становить 168 днів. Сума ефективних температур за цей період складає $2456\dots2720^{\circ}\text{C}$, тоді як для озимої пшениці, наприклад потрібна сума 2230°C .

За початок літнього сезону прийнята дата переходу середньодобової температури повітря через 15°C . Це відбувається в кінці другої – на початку третьої декади травня. Протягом літа спостерігається малохмарна тепла погода. Середні багаторічні температури о 13-ій годині складають: у травні – $20,6^{\circ}\text{C}$, в червні – $23,4^{\circ}\text{C}$, у липні – $25,7^{\circ}\text{C}$.

Осінній сезон починається з переходом середньодобової температури повітря через 15°C в сторону зменшення, що в умовах зони спостерігається на початку другої декади вересня. Спочатку стоїть тепла, ясна погода яка з часом змінюється великою кількістю похмурих днів, туманами.

Стійкий перехід температури повітря через 10°C , звичайно, проходить на початку першої декади жовтня. Після цього починаються перші осінні приморозки.

В кінці жовтня – на початку листопада спостерігається перехід середньодобової температури повітря через 5°C . У цей час припиняється вегетація озимої пшениці.

Таким чином, в умовах зони тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче 0°C складає 110...112 днів, вище 5°C – 212, безморозного періоду – 176 днів.

Зволожуються ґрунти переважно за рахунок опадів, середньорічна кількість яких складає 560мм. Опади по місяцях розподіляються нерівномірно. Найменше їх випадає зимою, а найбільше – у червні-липні.

У період проведення досліджень фактичні середньомісячні значення температури повітря та суми опадів значно відрізнялись від середньорічних показників (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1.

Відхилення середньомісячних показників погодних умов від середніх багаторічних в роки проведення досліджень, ±

місяці	Температура, °С			сума опадів, мм		
	2021р.	2022р.	2023р.	2021р.	2022р.	2023р.
січень	0,1	-1,9	0,4	14,0	25,8	-4,5
лютий	-6,0	-0,2	4,4	18,6	14,5	-3,9
березень	-2,2	1,4	2,6	-12,1	-14,6	10,5
квітень	-2,0	-0,4	-0,5	-39,6	-25,6	-11,4
травень	5,4	-0,4	2,8	-45,2	0,4	1,8
червень	1,4	0,1	0,4	-48,1	-42,7	-9,3
липень	0,5	0,5	2,8	79,5	-16,3	-20,9
серпень	0	-0,8	0,2	-34,7	14,7	-5,2
вересень	0,5	0	0,3	-41,9	-24,9	28,9
жовтень	-1,8	1,0	-0,8	29,3	-16,5	21,1
листопад	2,5	2,5	2,8	-25,5	-10,6	20,8
грудень	1,7	3,7	-5,5	-11,4	-19,2	-25,2
за рік	0,1	5,5	9,9	-117,1	-115,0	-28,5

Аналізуючи середньомісячні показники температури повітря 2023 року (рис. 2.1.) можна вказати на максимальне їх відхилення від середніх багаторічних, порівняно із наступними двома роками досліджень. Так річне збільшення температури склало у цьому році 9,9 °С, що було спричинене даною тенденцією в лютому, травні, липні та листопаді-місяці, коли температура була більшою на 2,8-4,4 °С. Опадів у цьому році випало на 28,5 мм менше ніж становить середній багаторічний показник. Це викликано малосніжною зимою та малою кількістю опадів у квітні та липні-місяці. Вцілому у 2023 році склалися сприятливі погодні умови для росту та

розвитку сільськогосподарських культур окрім літніх місяців, коли проводилась посівна кампанія.

Температура 2021 року практично не відрізнялась від середніх багаторічних показників (різниця склала 0,1 °C), чого не можна було сказати на рахунок суми опадів (рис 2.2.). Так, у цьому році випало на 117,1 мм менше опадів ніж в середньому за останні 30 років. Прикро, що дана нестача була отримана за рахунок дефіциту в місяці, коли відбувається закладання майбутнього урожаю, тобто в березні, квітні, травні, червні; тоді, відповідно, сума була меншою на 12,1, 39,6, 45,2, 48,1 мм. В подальшому дефіцит вологи дещо поповнився за рахунок опадів, що пройшли в липні-місяці, а саме 177,7 мм, що рівне приблизно третині річної норми. Такі різкі коливання вологи, що надходить в ґрунт за рахунок опадів призвели до значних втрат урожаю, зокрема ранніх ярих зернових культур.

У 2022 році середньомісячна температура мало чим відрізнялась від середніх багаторічних показників (рис 2.3.). Коливання даної різниці спостерігалось у межах -1,9 ... +3,7 °C відповідно в січні та грудні. Річне відхилення температури склало 5,5 °C. Відносно опадів, річна різниця була подібною до минулорічної ситуації, тобто склала 115 мм, проте річна динаміка розподілу опадів була дещо іншою, більш сприятливою для росту та розвитку сільськогосподарських культур, що пояснюється незначним зменшенням показника у березні та його збільшенням у травні на 0,4 мм. Значна нестача була відмічена у квітні, червні вересні та грудні-місяці.

Не дивлячись на чергування сприятливих та несприятливих погодних умов в роки проведення досліджень, досліджувані показники зберегли тенденцію до зміни, залежно від факторів що вивчаються. Посушливі роки дають змогу прослідкувати більше позитивних сторін теми нашої дипломної роботи, так як в основі її лежить вологозарядковий удобрювальний полив сільськогосподарських культур.

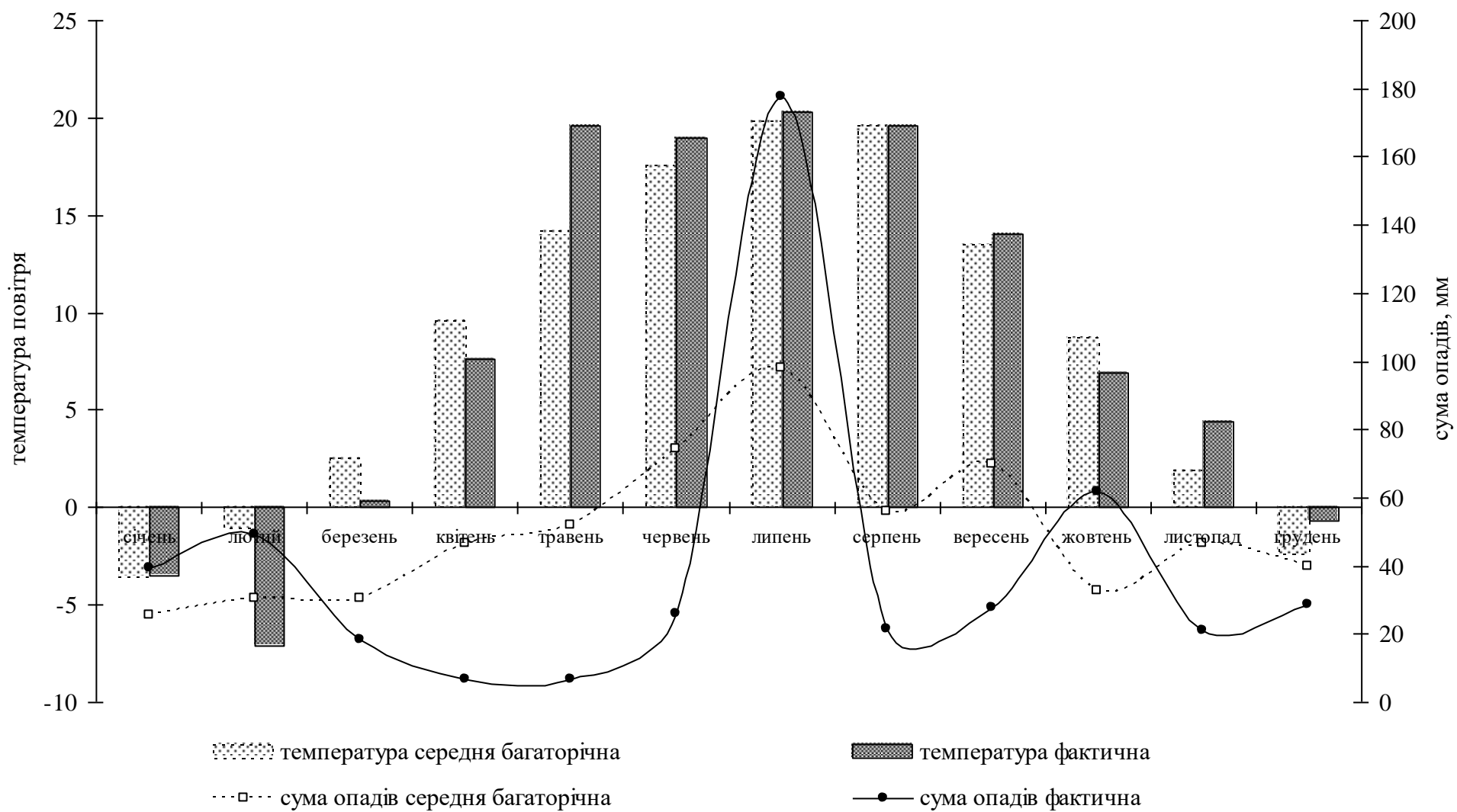


Рис. 2.1. Погодні умови 2021 року

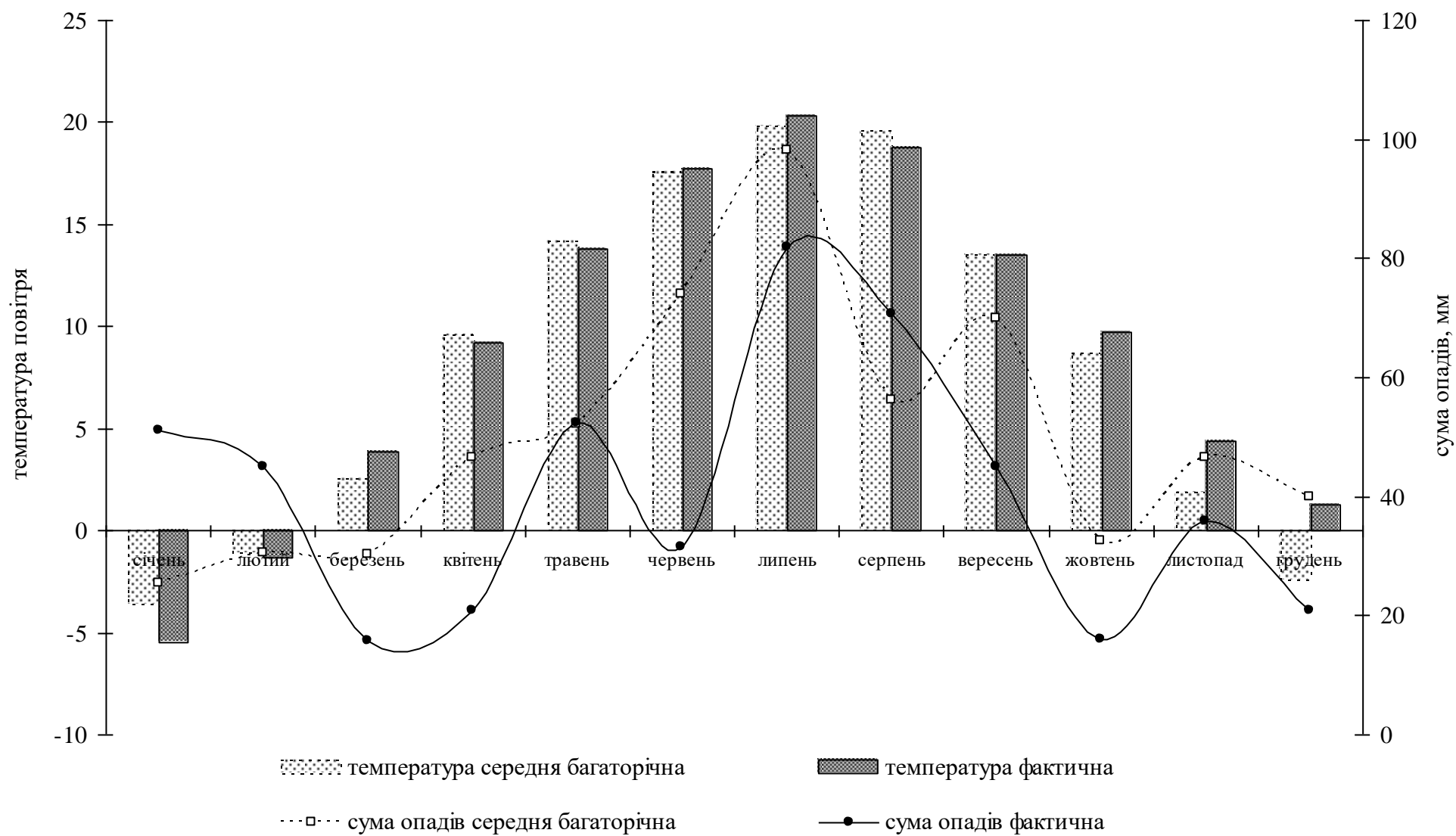


Рис. 2.2. Погодні умови 2022 року

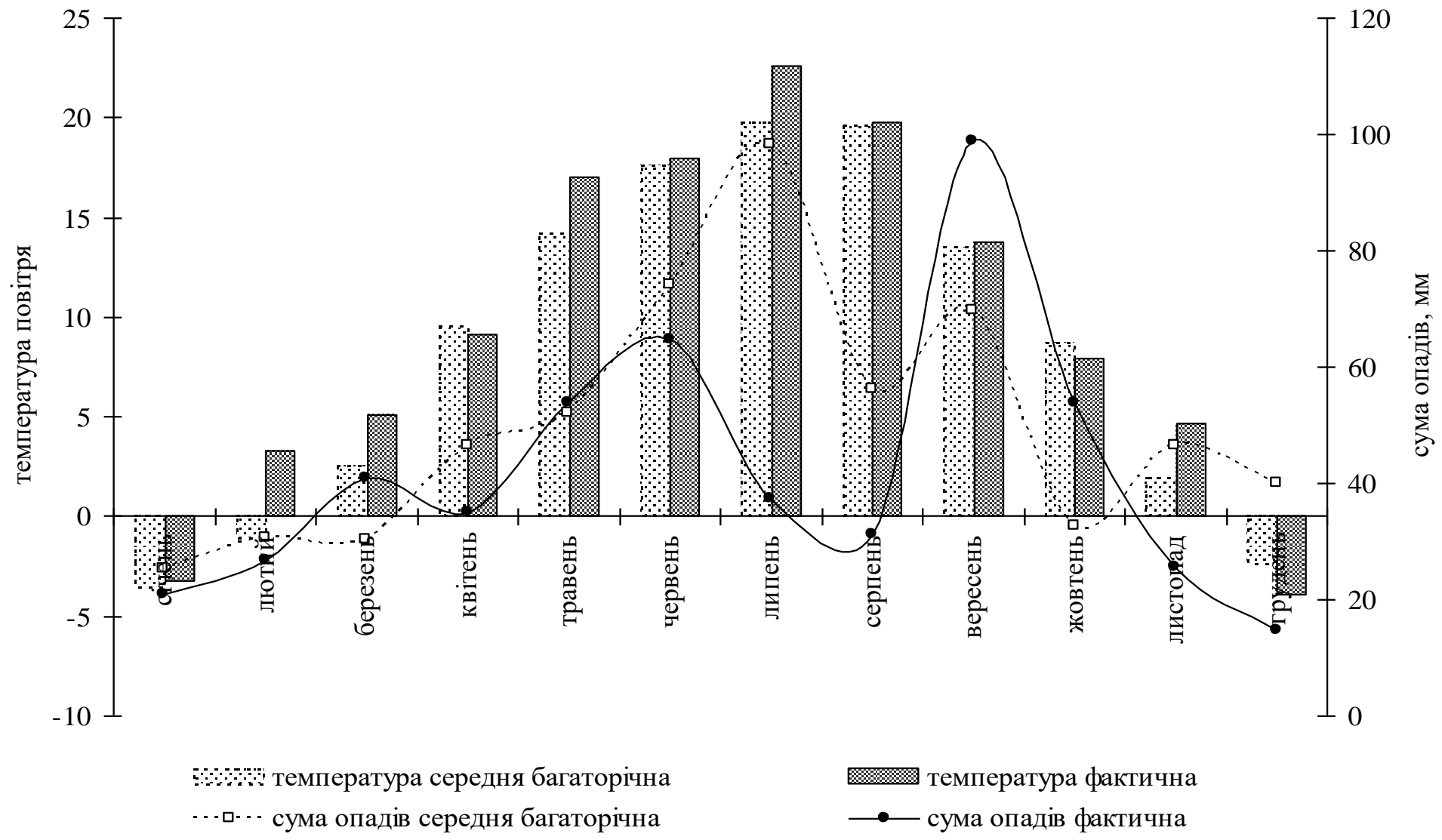


Рис. 2.3. Погодні умови 2023 року

2.1.1. Рослинний покрив зони

Флора Хмельницької області налічує понад 1500 видів вищих спорових і насінних рослин, що належать до понад 100 родин та 500 родів. Формування флори та рослинності пов'язане з льодовиковими та післяльодовиковими періодами, з міграціями рослин, які відбувалися протягом антропогену. Сучасна рослинність складається з ряду географічних елементів, які проникли у різні часи на територію області. Це бореальні (тайгові, неморальні, широколистяних лісів), понтичні, або степові та середземноморські географічні елементи, а також рідкісні ендемічні та реліктові види.

Для південної частини Хмельницької області характерна перевага широколистяних лісів. Найбільш поширені деревні лісові породи: сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), клен гостролистий (*Acer campestre* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), явір (*Acer pseudoplatanus* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), яблуня лісова (*Malus silvestris* Mill.), ялина (*Picea orientalis* Link).

Степова рослинність представлена видами: ковила волосиста (*Stipa capillata* L.), типчак борознистий (*Festuca sulcata* Hack), осока низька (*Carex humilis* Leys), горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.), тимофіївка степова (*Phleum phleoides* (L.) Simk), вівсюнець пустельний (*Helictotrichon desertorum* (Less.) Pilger.), шавлія поникла (*Salvia nutans* Czern.) та ін.

Лучні угруповання поширені невеликими масивами по всій території області, але найбільше їх у долинах Смотрича, Дністра, Горині. На багатих чорноземах і близьких до них ґрунтах поширені справжні луки з різноманітним травостоєм, у якому переважають злаки і бобові.

2.2. Характеристика ґрунтів дослідної ділянки

Ґрунтовий покрив зони складають, в основному, різні підтипи чорноземів та сірі лісові ґрунти.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі із наступною будовою профілю:

- Н орн.** – 0...32 см, орний, гумусовий, темно-сірий, структура зернисто-грудочкувата, частково розпилена; середньосуглинковий, зустрічається коріння трав'янистих рослин, червоточини, безкарбонатний, щодо забарвлення і структури – перехід поступовий;
- Н** – 33...56 см, підорний, перегнійно-акумулятивний, темно-сірого кольору, грудочкувато-зернистої структури, з поступовим переходом до подальшого горизонту;
- Нр(к)** – 57...84 см, нижній перехідний, слабогумусований, темно-сірого кольору з коричневим відтінком, структура зернисто-грудочкувата, перехід поступовий;
- Phk** – 85...105 см, перехідний горизонт, бурувато-сірого кольору, із затіками гумусу, структура горіхувато-призматична, наявність карбонатних виділень у вигляді плісені та прожилок та кротовин, перехід поступовий;
- PK** – глибше 105 см, материнська порода – лесовидний суглинок, містить карбонати кальцію у вигляді псевдоміцелію і білозірки, слабоструктурний, бурого кольору.

Даний ґрунт має сприятливі агрохімічні властивості (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Агрохімічні властивості досліджуваного ґрунту

Шар ґрунту, см	Азот (за Корнфілдом), мг/кг ґрунту	Фосфор (за Чириковим), мг/кг ґрунту	Калій (за Чириковим), мг/кг ґрунту	РН сол.
0 – 10	100,8	105,4	235,0	6,80
10 – 20	88,7	93,1	190,6	6,85
20 – 30	87,7	91,4	187,3	6,80
30 – 40	81,2	89,8	165,7	6,75
40 – 50	78,4	88,3	171,7	6,75
50 – 60	71,9	79,0	158,3	6,90
60 – 70	70,9	72,0	158,0	7,10
70 – 80	70,9	74,2	135,0	7,30
80 – 90	69,1	66,3	134,7	7,35
90 - 100	55,1	56,4	127,3	7,40

Аналізуючи агрохімічні властивості досліджуваного ґрунту, можна сказати про підвищений вміст лужногідролізованого азоту, середню забезпеченість рухомим фосфором, та високий вміст обмінного калію. За реакцією ґрунтового розчину ґрунт можна віднести до нейтрального (рН – 6,8)

Вміст важких металів у досліджуваному ґрунті не перевищує гранично допустимих норм (табл. 2.2)

Підсумовуючи сказане вище, можна зробити висновок: досліджувані ґрунти за своїм складом і властивостями цілком придатні для вирощування всіх культур, рекомендованих для даної зони.

Таблиця 2.2.
Вміст важких металів у досліджуваному ґрунті

Шар ґрунту, см	Важкі метали, мг/кг ґрунту				
	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
0 – 10	12,10	9,54	8,52	0,15	0
10 – 20	11,72	9,25	8,50	0,14	0
20 – 30	11,35	8,42	8,42	0,10	0
30 – 40	10,84	8,26	8,36	0,10	0
40 – 50	10,52	7,84	8,00	0,08	0
50 – 60	10,36	7,75	7,54	0,06	0
60 – 70	10,00	7,62	7,26	0,04	0
70 – 80	9,75	6,84	6,44	0,03	0
80 – 90	9,14	6,82	5,65	0,00	0
90 – 100	8,63	6,55	5,24	0,00	0

Окрім того, вони незабруднені важкими металами, що дає змогу отримувати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію. Найважливішою умовою збереження і підвищення родючості є збагачення їх органічною речовиною за рахунок використання як традиційних, так і нетрадиційних видів добрив.

2.3. Методика і техніка проведення досліджень

Поставлені за мету завдання досягались шляхом постановки лабораторних та польових дослідів, лабораторних аналізів.

Лабораторний дослід включав в себе проведення пророщення насіння сільськогосподарських культур в ВСВ різної концентрації: ярого ячменю, гороху, гречки, сої, озимої пшениці в чашках Петрі. Дослід закладено в 5-ти кратній повторності.

Схема досліду:

1. дистильована вода (контроль);
2. 10%-ний розчин ВСВ;
3. 20%-ний розчин ВСВ;
4. 30%-ний розчин ВСВ;
5. 40%-ний розчин ВСВ;
6. 50%-ний розчин ВСВ;
7. 100 % ВСВ.

Полевий дослід закладено в ТОВ компанія «Агро-Нова», м. Кам'янець-Подільський, Хмельницької області . Для чого виділено земельну ділянку площею 0,4 га з нахилом до 2° (розріз подається у розділі 2.1.)

На дослідні ділянки вносились ВСВ з розрахунку 500 т/га, 750 т/га, 1000 т/га. На контрольну ділянку ВСВ не вносились. За відносний контроль було обрано варіант із внесенням ставкової води 1000 т/га.

Дослідження проводились із культурами: 1) озимий ячмінь (сорт Ханнелоре); 2) цукровий буряк (сорт Максим)

Схема досліду:

1. без внесення ВСВ та води (контроль);
2. 1000 т/га води (відносний контроль)
3. 500 т/га ВСВ;
4. 750 т/га ВСВ;
5. 1000 т/га ВСВ.

Повторність досліду трьохкратна. Розмір ділянок 25м². Облікова площа ділянок – 22,5 м². Дослід закладено методом розщеплених ділянок.

Дослід закладено восени 2021р. Перед закладкою дослідів на полі протягом двох років вирощувався ярий ячмінь без удобрення.

Між варіантами та між культурами залишали захисні смуги шириною 1м.

Перед закладкою досліду, перед посівом культур та після їх збирання щорічно із всіх варіантів пошарово: 0-30, 30-60, 60-100 см відбирались зразки ґрунту, в яких визначалися:

1. фізико-хімічні властивості:

- рН сольове (потенціометричним методом);
- гідролітична кислотність (за методом Каппена);
- сума обмінних основ (за методом Каппена – Гільковиця).
- ємність поглинання (розрахунково)

2. агрохімічні показники: N (лужногідролізований, за Корнфілдом), P_2O_5 , K_2O (за Чіріковим);

Схема розміщення ділянок

А					
Б					
В					
Г					
Д					
	І	ІІ	І	ІІ	←3-тя повторність→

А – 0 т/га ВСВ (контроль)

І – соя

Б – 1000 т/га вода

ІІ – гречка

В – 500 т/га ВСВ

Г – 750 т/га ВСВ

Д – 1000 т/га ВСВ

Норма внесення на ділянку розраховувалась за формулою:

$$H = D : 10000 \cdot 25, \text{ т/ділянку}$$

Згідно схеми на кожну ділянку внесли:

- 1) 0 т/га
- 2) $H = 500 : 10000 \cdot 25 = 1,25 \text{ т/25м}^2$
- 3) $H = 750 : 10000 \cdot 25 = 1,875 \text{ т/25м}^2$
- 4) $H = 1000 : 10000 \cdot 25 = 2,5 \text{ т/25м}^2$

Технологія внесення ВСВ: агрегат в складі Т-150 і РЖУ- 10 виїжджає на ділянку, поряд з якою планується вносити ВСВ. Для внесення використовується шланг $\varnothing 10$ см. Попередньо (на пасовищі) було визначено час, протягом якого наповнювалось мірне відро об'ємом 10 л. Цей час складав 4 сек. У зв'язку з тим, що по мірі виливання рідини, тиск зменшувався, через кожних 1,5 т, до повністю пустої бочки, до часу додавали 1сек. Агрегат рухався поперек культур по ділянках з однаковою кількістю внесення ВСВ.

Після цього в кінці жовтня – листопаді проведено оранку на глибину 22-27см (відповідно до агротехніки).

Внесення ВСВ проводилось щорічно на кожній ділянці після збору урожаю в дозах, зазначених в схемі досліду.

Щомісяця проводились фенологічні спостереження за рослинами:

- вступ у фази розвитку;
- кількість продуктивних стебел.

В кінці вегетаційного періоду проводилось визначення урожайності сільськогосподарських культур, суцільним методом.

Для контролю за якістю продукції в лабораторних умовах визначався вміст білку в зерні ячменю за К'ельдалем, цукристість – поляриметрично.

Перед сівбою та перед збиранням культур кожного року відбирались зразки ґрунту для визначення показників поживного режиму ґрунту.

Для встановлення впливу ВСВ на ґрунтову мікрофлору на початку вегетаційного періоду закладалась лляна тканина для визначення ступеня розкладу целюлози, 5 полотен на кожній ділянці, які вилучались на початку

кожного місяця вегетації. Динаміку біологічної активності виражали по приросту величини розкладу полотна відносно попереднього місяця в %.

З метою визначення хімічного складу і придатності ВСВ для поливу сільськогосподарських культур, в лабораторних умовах визначено ряд показників:

- рН (потенціометричним методом);
- сухий і прокалений залишок (випарюванням та спалюванням), мг/л
- калій К (полум'яна фотометрія), мг/л;
- азот загальний N (за К'ельдалем), мг/л;
- фосфор P_2O_5 , (спектрофотометрично) мг/л;
- хімічна потреба кисню ХПК, mgO_2/l ;
- біохімічне споживання кисню БСК₅, mgO_2/l ;
- зважений осад;

Норми посіву, система удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин загальноприйнята для зони Лісостепу.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Хімічний склад ВСВ та оцінка їх придатності для поливу

На сьогоднішній день у зв'язку із зниженням виробництва мінеральних і, особливо, органічних добрив, альтернативою для поповнення даних ресурсів можуть виступати відходи спиртової промисловості, хімічний склад яких в основному визначається речовинами органічного походження, безпечними в епідеміологічному відношенні.

Використання промислових відходів у сільському господарстві сприяє інтенсифікації кругообігу речовин в природі, збагаченню ґрунту органічною речовиною, підвищенню ефективності мінеральних добрив та охороні навколишнього середовища від забруднення.

Хімічний склад ВСВ ДП “Довжоцький спиртовий завод” визначали щорічно перед внесенням на дослідну ділянку. При цьому спостерігалось значне варіювання показників, що пояснюється впливом періоду відстоювання ВСВ у ставках-накопичувачах, виду продукції, яка випускається, умов навколишнього середовища та інших факторів (табл.3.1.).

Найбільшою мінералізацією стічні води характеризувались у 2021 році, що у певній мірі було спричинено значним посушливим періодом у погодних умовах року і відповідним посиленням випаровуванням з поверхні відстійників. Відповідно із мінералізацією у останній рік досліджень дещо вищою була концентрація майже всіх іонів.

При аналізі складу відходів відмічається досить значний вміст окремих показників, у зв'язку з чим виникає необхідність визначення придатності ВСВ для поливу сільськогосподарських культур.

Нині відомо понад 20 критеріїв, формул, що дозволяють оцінювати якість зрошувальної води з позиції небезпеки спричинення нею засолення та осолонцювання ґрунтів.

Таблиця 3.1.

Хімічний склад ВСВ ДП “Довжоцький спиртзавод”

Показники		Вміст у ВСВ
Сухий залишок, г/л		24,5
Зважений осад, мг/л		1330
рН		8,1
ХПК, мг O ₂ /л		4359
БСК ₅ , мг O ₂ /л		4183
аніони, мг/л	HCO ₃ ⁻	4998
	CO ₃ ²⁻	53
	Cl ⁻	177
	SO ₄ ²⁻	567
Σ аніонів		5795
катиони, мг/л	Ca ²⁺	740
	Na ⁺	757
	Mg ²⁺	118
	K ⁺	5760
Σ катіонів		7375
біогенні елемент и, мг/л	P ₂ O ₅	20
	NH ₄	837
	N загальний	2036
Σ м.р., г/л		14,0
Прокалений залишок, г/л		9,1

Для різних зон, ґрунтових умов, джерел зрошення, іригаційних умов практикою встановлюються найефективніші критерії. На всі випадки універсальних формул немає, разом з тим застосування при оцінці якості всіх запропонованих критеріїв ускладнило б роботу, часом призвело б до невизначеного результату.

Аналіз придатності ВСВ для зрошення проводився згідно із ДСТУ 2730 – 94 [63], ДОСТ 17.1.2.03 – 90 [64], ДОСТ 17.4.3.05 – 86 [65] та іншими методиками.

ВСВ Довжоцького спиртового заводу, де превалує післяспиртова мелясна барда із домішкою інших стоків, по хімічному складу відносяться до гідрокарбонатно-калієво-натрієвого типу. Серед катіонів переважають калій і натрій, серед аніонів – гідрокарбонат та сульфат-іони.

Значний вміст натрію у складі ВСВ став передумовою для дослідження небезпеки осолонцювання ґрунтів (за М.Ф. Будановим), де лімітуючим є відношення іону натрію до кальцію та натрію до суми кальцію та магнію, мг-екв/л:

$$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \leq 0.7, \quad \frac{Na^+}{Ca^{2+}} \leq 1$$

Як стверджує автор, якщо ці показники вищі, то, незважаючи на придатність води для зрошення (за мінералізацією та іншими показниками), її необхідно попередньо готувати (гіпсувати або розводити прісною водою) [66].

А.М. Можейко та Г.Х. Воротник пропонують якість вод для зрошення оцінювати по відношенню вмісту Na^+ до суми вмісту всіх катіонів, мг-екв/л:

$$\frac{Na^+}{\sum c_{k^+}}$$

При величині даного співвідношення на рівні 0,75, вода досить шкідлива відносно солонцювання ґрунтів; 0,66-0,75 – шкідливі; 0,65 і менше – не шкідливі.

Класифікацію поливних вод відносно їх здатності до солонцювання ґрунту подає департамент сільського господарства США в результаті визначення коефіцієнта солонцювання:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}, \text{ мг-екв/л}$$

Відносно величини SAR виділяють 4 типи вод: слабо лужні із низькою небезпекою солонцювання (0-10), середньолужні із середньою небезпекою до солонцювання (10-18), сильно лужні із високою небезпекою

до солонцювання (18-26) і дуже лужні із дуже високою небезпекою до солонцювання (більше 26) [67].

При вмісті у поливних водах іону Na^+ більшому сумарного вмісту іонів сильних кислот, за наявності хлоридів, сульфатів та карбонатів, за класифікацією, запропонованою Стеблером, такі води відносять до третього типу. Відповідно використовують формулу для визначення іригаційного коефіцієнта або лужної характеристики:

$$Y = \frac{298}{10Na^+ + 5Cl^- - 9SO_4^{2-}}$$

При величині даного показника більше 18, вода вважається доброю для поливу; 18-6 – задовільною; 5,9-1,2 – незадовільною (необхідний штучний дренаж); менше 1,2 – непридатною для зрошення [68].

Аналіз придатності ВСВ для поливу сільськогосподарських культур за вищевказаними показниками, дав змогу отримати зведену інформацію (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Придатність ВСВ для зрошення за різними методиками

За М.Ф.Будановим		За А.М.Можейко, Г.Х.Воротником	За методом департаменту сільського господарства США	За формулою Стеблера
$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}}$	$\frac{Na^+}{\sum cations}$	$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$	$Y = \frac{298}{10Na^+ + 5Cl^- - 9SO_4^{2-}}$
не > 0,7	не > 1	не > 0,65	0-10	Y>18
0.7	0.89	0.14	6.9	1.2

Як видно із даних таблиці, картина придатності ВСВ для поливу дещо суперечлива. За Будановим, Можейко-Воротником та за методикою департаменту сільського господарства США відходи є придатними для

поливу, а за формулою Стеблера ВСВ відносяться до вод низької якої якості і майже непридатні для поливу. Виходячи з цього робимо висновок про необхідність більш повного дослідження ВСВ, їх впливу на систему «грунт – рослина»

Було закладено дослід з метою визначення терміну, за який ВСВ змінюють свою реакцію в сторону лужної і в яких межах (рис. 3.1)

На протязі трьох місяців ВСВ поступово змінили кислотність в бік лужної на 3,45 одиниць рН, після чого спостерігалась стабілізація даного показника і навіть деяке його зниження. Ймовірно, що вказаний строк може коливатись як в бік зменшення так і збільшення залежно від умов навколишнього середовища.

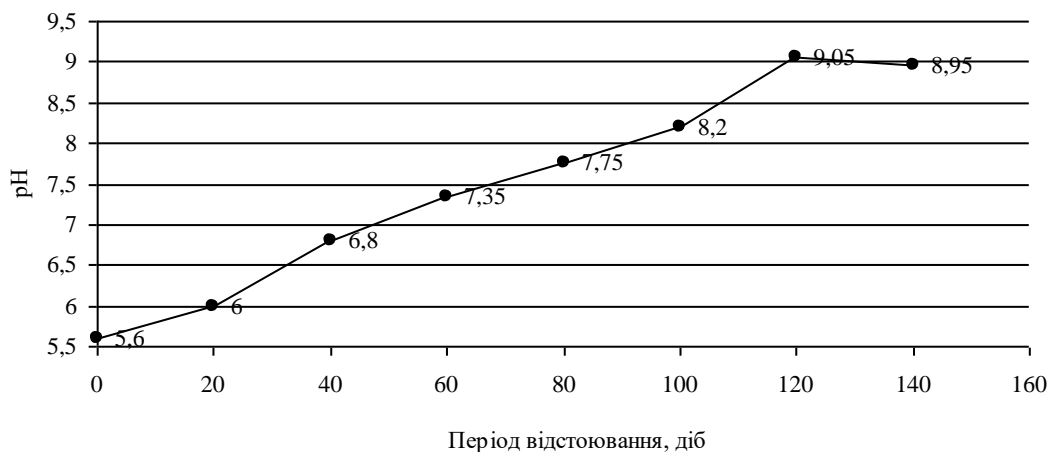


Рис. 3.1 Зміна рН ВСВ залежно від періоду відстоювання

Концентрація водневих іонів зумовлена відношенням концентрацій вільного двоокису вуглецю та гідрокарбонат-іонів, підвищеним вмістом солей і гумінових речовин, основних карбонатів та гідроокисів, сильних кислот і основ.

3.2. Вплив ВСВ на проростання насіння

При визначенні придатності стічних вод для поливу сільськогосподарських культур важливим дослідженням є визначення впливу

різних концентрацій відходів на проростання насіння для характеристики їх агресивності.

Згідно методики було проведено лабораторні дослідження по пророщенню насіння основних сільськогосподарських культур. Для пророщення використовували дистильовану воду (контроль), різні концентрації ВСВ (розд. 2.2). Результати досліджень приведено в додатку В.

Як свідчать результати лабораторних дослідів, найбільш згубно ВСВ вплинули на насіння сої, а найбільш резистентними виявились гречка і горох. Із збільшенням концентрації ВСВ до 50 %, насіння темніло і загнивало, що є характерним для всіх культур. Схожість насіння різних культур можна порівняти на рисунку 3.2.

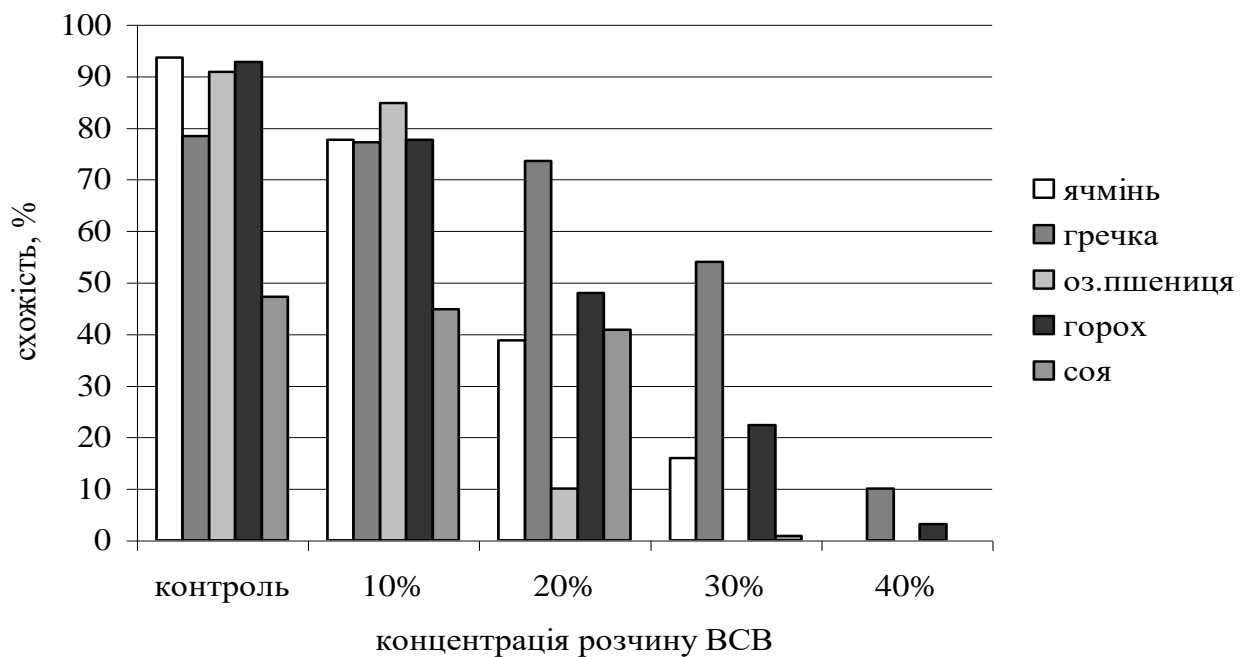


Рис. 3.2. Схожість насіння залежно від концентрації розчину ВСВ

Дані дають змогу зробити висновок про агресивність високих концентрацій ВСВ щодо насіння с.-г. культур. Дана тенденція спостерігається, ймовірно за рахунок наявності у складі ВСВ значної кількості солей та органічних речовин, проте у польових умовах вирішальну роль відіграватиме буферність ґрунту, та інші фактори і остаточний вплив на рослини можливо буде встановити в польових умовах.

3.3. Вплив ВСВ на мікробіологічну активність ґрунту

Основним індикатором токсичності ВСВ є життєдіяльність ґрунтової мікрофлори. Одним із методів відображення ступеня загальної біологічної активності є целюлозоруйнівна здатність. В результаті проведених досліджень виявлено позитивний вплив відходів на розклад лляної тканини. Так, середня біологічна активність зростала паралельно із дозами внесення ВСВ і в перший рік досліджень, при нормі внесення 500, 750 і 1000 т/га, перевищувала контроль, відповідно, на 13,7, 22,0 та 29,0 %. В наступному році різниця між варіантами дещо зменшилась внаслідок несприятливих погодних умов (табл. 3.3). Внаслідок дворічного внесення ВСВ спостерігалось незначне збільшення активності порівняно із однорічним у 2022 р. на всіх варіантах крім контролю.

Спостереження за динамікою біологічної активності у роки досліджень дало змогу встановити її різке зростання протягом перших трьох місяців вегетації с.-г. культур (травень-липень) у 2023 р. та протягом двох (червень-липень) – у 2021 р. (рис. 3.3, 3.4, 3.5)

Таблиця 3.3..

Вплив ВСВ на біологічну активність ґрунту (ступінь розкладу лляної тканини), середнє по культурам, %

варіанти	2021 р.	2022 р.	2023 р.	трирічне внесення 2021-2023 рр.
контроль	33,6	35,7	41,4	36,5
1000 т/га вода	33,6	36,9	42,2	40,2
500 т/га ВСВ	41,0	41,0	55,1	43,3
750 т/га ВСВ	47,3	46,9	63,4	49,7
1000 т/га ВСВ	53,7	59,6	70,6	50,2

Цікавим був той факт, що у 2023 р. на варіантах із внесенням високих доз ВСВ в перші місяці вегетації спостерігалось нижче значення розкладу

тканини ніж на контролі (рис. 3), що свідчить про часткове пригнічення мікрофлори на початкових стадіях за сприятливих погодних умов.

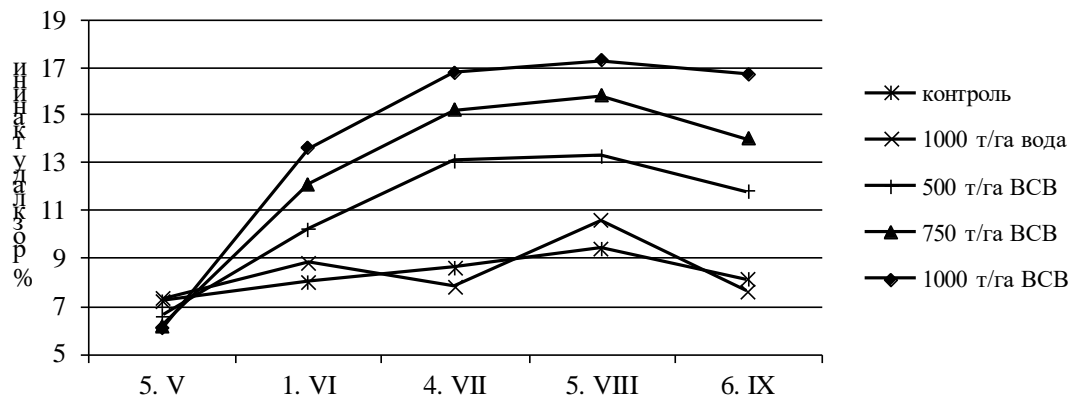


Рис. 3.3 Вплив ВСВ на біологічну активність ґрунту, (2023 р.)

Проте надалі показник руйнування целюлози різко зростає із ростом дози внесення ВСВ по варіантам.

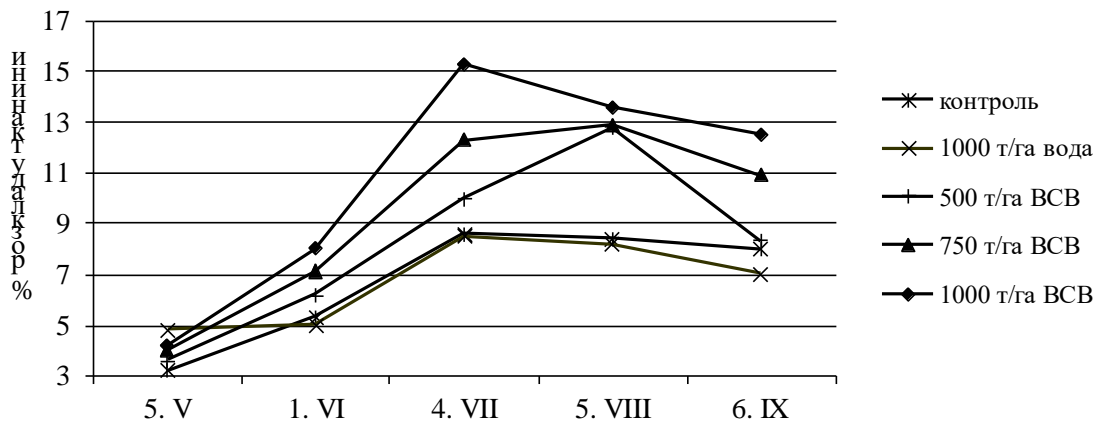


Рис. 3.4. Вплив ВСВ на динаміку біологічної активності ґрунту (2021 р.)

У 2021 р. внаслідок несприятливих погодних умов на початку вегетаційного періоду, процес розкладу целюлози протікав дуже повільно і в травні склав лише 3-4, а в липні – 5-8 %. Найбільш активного росту даний показник набув протягом червня, в період випадання значної кількості опадів. При цьому органічна речовина ВСВ сприяла більшому росту мікробіологічної активності на варіантах із внесенням відходів.

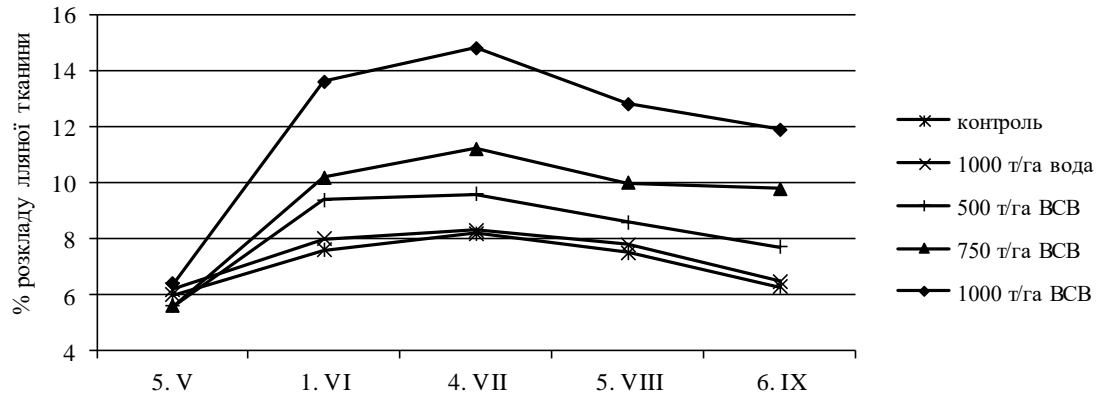


Рис. 3.5 Динаміка біологічної активності залежно від норми внесення ВСВ (2022 р.)

На протязі 2022 року різке підвищення біологічної активності спостерігалось протягом червня та липня-місяця, що було пов'язано як із збільшенням дози внесення ВСВ, так і з погодними умовами, що були властивими даним місяцям. Протягом серпня-вересня спостерігалось деяке зниження інтенсивності розкладу лляної тканини.

Підвищена активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів спостерігалася під всіма сільськогосподарськими культурами і складала у 2023 р. від 65,2% розкладу лляної тканини у ґрунті під гречкою до 76,2% – під цукровим буряком у 0-30 см шарі. Із зменшенням кількості внесених ВСВ мікробіологічна активність, в порівнянні до максимальної дози, спадала. Так при 750 т/га ВСВ в верхньому шарі вона складала 57,6-69,0, а при 500 т/га – 47,6-61,6% розкладу лляної тканини. У варіанті з водою відмічалось зовсім незначне підвищення біологічної активності ґрунту. Це пояснюється тим, що на період початку вегетації сільськогосподарських культур і в подальшому вологість ґрунту на всіх варіантах мало чим відрізнялась від контролю. Результати досліджень у 2021 та 2022 рр. відрізнялись від 2023 року, але основна тенденція, щодо культур та варіантів, збереглася (додаток 3).

Мікробіологічна активність в ґрунті під різними сільськогосподарськими культурами дещо відрізнялась. Найнижчою (за сумою 5-ти варіантів) у

верхньому шарі ґрунту вона була під ячменем та гречкою (256,9-263,5 % розкладу лляної тканини), найвищою – під соєю і цукровим буряком (285,1-283,3). На наш погляд, це відбувалось за рахунок того, що соя здатна фіксувати азот з повітря і тим самим збільшувати його в ґрунті, що покращує живлення мікроорганізмів, а при вирощуванні цукрового буряка застосовують міжрядний обробіток, що збільшує надходження кисню в ґрунт і покращує умови існування мікроорганізмів. Гречка здатна виділяти в ґрунт, через кореневу систему, речовини, які токсично впливають на окремі мікроорганізми (додаток 3).

Отже, внесення ВСВ під сільськогосподарські культури завдяки поживним елементам та органічній речовині позитивно вплинуло на мікробіологічну активність ґрунту. Найвищою вона була на варіанті, де вносилося 1000 т/га ВСВ і в 2023 і 2021 рр. складала відповідно 65,2-76,2 і 50,7-56,0 %, розкладу лляної тканини. На варіантах де вносилося 500 і 750 т/га ВСВ, активність мікрофлори була дещо нижчою, але значно перевищила контроль.

3.3.1. Зміна чисельності мікроорганізмів циклу перетворення сполук азоту під впливом ВСВ

Проведені дослідження з вивчення впливу ВСВ на мікробні ланки циклу перетворення сполук азоту вказали на суттєві зміни у процесах біологічного перетворення молекулярного та зв'язаного азоту у ґрунті. Нашим завданням було прослідкувати динаміку зміни чисельності мікроорганізмів, що є домінуючими у кожному із процесів ґрунтового перетворення азоту.

При визначенні представників першої фази циклу – несимбіотичних азотфіксаторів, із збільшенням дози ВСВ сприяли значно зменшилась кількість *Azotobacter chroococcum*. При цьому кількість *Clostridium pasteurianum* дещо збільшувалась. На нашу думку дана тенденція була

спричинена деяким підлугуванням ґрунтового розчину завдяки ВСВ (оптимальне рН для *Azotobacter* – 7,0 при наявному 7,6-7,8). Лімітуючими факторами для азотобактера могли стати також занижений вміст фосфору, кальцію та молібдену. При проведенні вологозарядкових поливів дещо порушується кисневий режим ґрунту, що може призвести до пригнічення азотфіксуючого аероба (табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

Вплив внесення ВСВ на чисельність мікроорганізмів циклу перетворення сполук азоту, тис./г

Мікроорганізми	Варіанти дослідів				НІР, тис./г
	контроль (без внесення)	500 т/га ВСВ	750 т /га ВСВ	1000 т/га ВСВ	
<i>Azotobacter chroococcum</i>	350	310	250	100	142,98
<i>Clostridium pasteurianum</i>	95	96	100	112	17,07
<i>Bacillus cereus</i> ,	25	25	35	40	6,30
<i>Bacillus mycoides</i> ,	60	50	25	10	9,33
<i>Bacillus megaterium</i> ,	50	45	45	40	7,16
<i>Bacillus subtilis</i>	40	20	0	0	10,84
<i>Bacillus polymyxa</i>	0	0	5	10	1,28
рід <i>Nitrosomonas</i> (I фаза нітрифікації)	65	55	30	25	10,55
рід <i>Nitrobacter</i> (II фаза нітрифікації)	120	100	65	35	32,58
рід <i>Pseudomonas</i>	10	35	60	100	18,63
<i>Thiobacillus denitrificans</i>	25	30	36	44	10,06

При визначенні кількості амоніфікаторів роду *Bacillus* спостерігався відносно рівномірний розподіл представників *B. cereus*, *B. mycoides*, *B. megaterium*, *B. subtilis* та *B. polymyxa* у дослідженому ґрунті на контролі.

Внесення ВСВ сприяло збільшенню першого та останнього виду відповідно на 15 та 10 тис./г та зменшенню інших, що суттєво не вплинуло на процес мінералізації азоту.

Визначено, що ВСВ пригнічуючи діють на процес нітрифікації, зокрема як на першу, так і на другу її фази. Так, при внесенні максимальної дози, спостерігалось зменшення представників роду *Nitrosomonas* (I фаза нітрифікації) на 40 та роду *Nitrobacter* (II фаза) – на 85 тис./г

На відміну від попередніх етапів перетворення азоту, процес денітрифікації під впливом ВСВ відмічався своєю інтенсифікацією.

Розвиток бактерій *Clostridium pasteurianum* не пригнічувався завдяки відносній стійкості даного організму щодо реакції ґрунтового розчину та створенню сприятливого кисневого режиму при тимчасовому перезволоженні ґрунту дослідних ділянок під час внесення ВСВ. Незначні коливання кількості можуть відбуватися протягом року при сезонних змінах температури, вологості та забезпечення киснем.

Завдяки ВСВ пригнічуються обидві фази нітрифікації, що має ряд позитивних сторін. Іони амонію здатні поглинатися ґрунтом, тоді як солі азотної кислоти легко вимиваються з нього. Крім того, нітрати можуть відновлюватись в результаті денітрифікації до N_2 , що збіднює ґрунт азотом. У рослині на відновлення солей азотної кислоти витрачається енергія, тоді як амоній споживається безпосередньо.

Не дивлячись на метабіотичний характер перетворення азоту в ґрунті, зменшення інтенсивності нітрифікації не вплинуло на процес денітрифікації, який, навпаки, відзначався збільшенням кількості бактерій-денітрифікаторів. При цьому кількість бактерій роду *Pseudomonas* збільшилась на 90, а представника хемолітоавтотрофів – *Thiobacillus denitrificans* – на 19 тис./г. Підвищення активності даних організмів може призвести до втрат азоту із досліджуваного ґрунту.

Вищевказана тенденція дещо у меншій мірі була притаманною як для дози внесення ВСВ 500, так і 750 т/га із поступовим ростом вираження ознаки по варіантах.

Внесення ВСВ має значний вплив на мікробіоценоз і сприяє переорганізації кожної ланки циклу азоту: на фоні суттєвого інгібування азотфіксації та нітрифікації поливи відходами посилюють денітрифікацію.

Позитивним можливо відмітити пригнічення нітрифікації, що сприяє утриманню в ґрунті більш доступної форми азоту та дещо лімітує втрати даного елемента з ґрунту.

3.4. Вплив ВСВ на урожайність та якість продукції

Щороку в кінці вегетаційного періоду було проведено облік урожайності та визначено окремі якісні показники продукції (вміст білку, цукристість).

У результаті проведених поливів урожайність по всіх культурах, порівняно із контролем, збільшувалась.

Порівняно із контролем (без поливу), значно більша урожайність ячменю спостерігалась на всіх варіантах, що пов'язано із раннім посівом даної культури, коли запаси вологи в ґрунті ще залишались підвищеними завдяки поливу. Максимального значення урожайність ячменю як в 2023 так у 2021 і 2022 рр. досягла при внесенні 750 т/га ВСВ (45,8 ц/га), при цьому спостерігались і найвищі показники вмісту білку (13,07 %), що було більшим за контроль відповідно на 14,32 ц/га і 3,11 % (табл. 3.5.). Вже при внесенні ВСВ з розрахунку 1000 т/га спостерігався незначний спад як по урожайності, так і по вмісту білку, що можна пояснити токсичним впливом даної дози ВСВ на культуру, зокрема високим вмістом калію. Трирічне внесення ВСВ сприяло ще значнішому зменшенню урожайності при нормі відходів 1000 т/га, хоч основні закономірності підтвердили вищевказане.

Таблиця 3.5.

Вплив ВСВ на урожайність та якість ячменю

варіант	2021 р.		2022 р.		2023 р.		3-річне внесення	
	урожайність , ц/га	вміст білку, %	урожайність , ц/га	вміст білку, %	урожайність , ц/га	вміст білку, %	урожайність , ц/га	вміст білку, %
без поливу	19,3	9,1	36,2	9,6	31,5	9,9	36,2	9,6
вода 1000т/га	21,5	9,2	38,2	9,9	38,7	10,4	36,9	10,1
500 т/га ВСВ	23,8	11,4	41,2	11,3	40,9	13,0	40,0	10,8
750 т/га ВСВ	25,7	12,2	46,7	11,9	45,8	13,1	42,8	11,7
1000 т/га ВСВ	24,1	12,0	45,2	11,3	43,3	12,9	40,8	11,1
НІР, од.в	0,44	0,67	1,16	0,51	2,5	0,6	1,16	0,49

Маса 1000 змінювалась подібно до урожайності із зменшенням показника у 4-му варіанті, що було одним із факторів зниження врожаю. У 2021 р. дана тенденція збереглася, хоч на контролі та варіанті із внесенням 1000 т/га води спостерігався різкий спад порівняно із минулим роком (рис.3.6.).

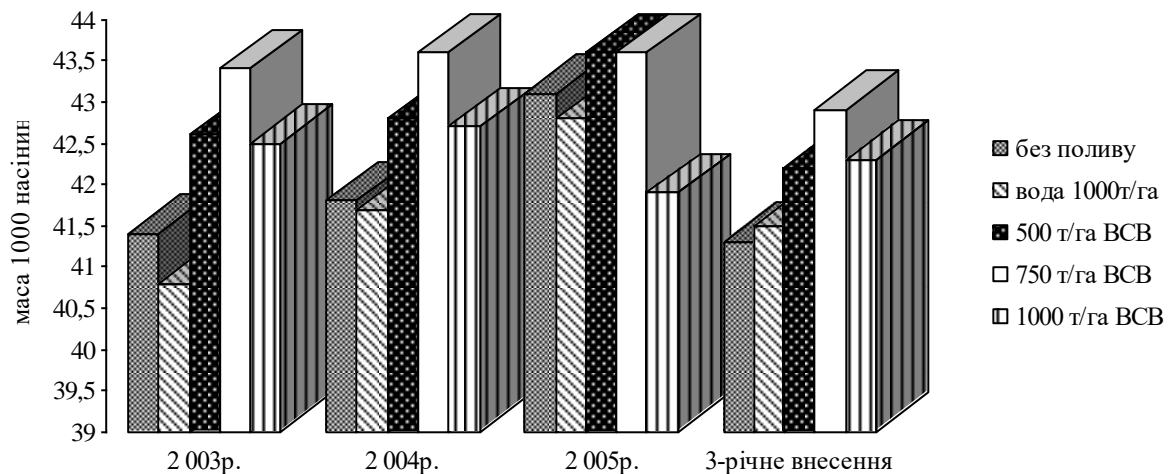


Рис. 3.6. Вплив ВСВ на масу 1000 насінин ячменю

Трирічне внесення ВСВ сприяло зменшенню маси тисячі на всіх варіантах відносно попередніх років, що пояснюється посиленням токсичної дії при накопиченні відходів в ґрунті.

Різниця між поливними варіантами спостерігалась не лише при визначенні окремих показників, а й при проведенні біометричних спостережень на протязі вегетаційного періоду ячменю (рис. 3.7.).



Рис. 3.7. Зовнішній вигляд рослин ячменю при поливі ВСВ

При поливі цукрових буряків різке збільшення урожайності спостерігалось уже при внесенні 500 т/га ВСВ, а найбільшого свого значення урожайність набула на варіанті із 750 т/га ВСВ (398,9 ц/га). Цукристість коренеплодів на перших трьох варіантах знаходилась приблизно на одному рівні, різке її підвищення відбулось на 4-му варіанті і найбільшого свого значення вона набула при нормі ВСВ – 1000 т/га і склала 14,2 % (табл. 3.6.). Величина даного показника пояснюється значним насиченням ґрунту азотом і калієм, що позитивно відобразилось на накопиченні сухої речовини

коренеплодів. У 2021 та 2022 рр. як урожайність так і цукристість були нижчими при внесенні 1000 т/га ніж на попередньому варіанті на 18 ц/га і 0,4% відповідно, тоді як дана різниця при трирічному внесенні склала 26,4 ц/га та 0,4%. Це свідчить про можливість негативного впливу на рослини при тривалому застосуванні ВСВ.

Таблиця 3.6.

Вплив ВСВ на урожайність і цукристість коренеплодів цукрових буряків

варіанти	2021 р.		2022 р.		2023 р.		3-річне внесення	
	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %
Без поливу	164,9	14,2	303,4	13,8	299,4	13,3	308,6	13,8
Вода 1000т/га	174,7	14,0	314,0	13,8	309,9	13,2	316,4	13,9
500 т/га ВСВ	218,7	14,6	336,5	14,0	361,1	13,3	329,0	13,8
750 т/га ВСВ	242,5	14,8	385,1	14,2	398,9	14,1	350,1	14,1
1000 т/га ВСВ	224,5	14,4	372,1	14,2	374,1	14,2	344,4	14,1
НІР, ц/га	15,06	0,30	20,05	0,31	25,34	0,59	10,45	0,26

Проведені біометричні спостереження за рослинами цукрових буряків вказували на переваги поливних варіантів порівняно із контролем, що спостерігалось візуально (рис. 3.8). При внесенні ВСВ рослини мали більш насичене зелене забарвлення, були міцніші та вищі.



Рис. 3.8. Вигляд типових рослин цукрових буряків у фазі змикання рядків при поливі ВСВ

При аналізі росту та розвитку сільськогосподарських культур спостерігались також деякі відмінності при проведенні фенологічних спостережень, що також вплинуло на загальну урожайність. Найкращою для внесення визначено дозу 750 т/га.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Сучасний стан розвитку України зумовлений важким переходом до ринкових відносин і характеризується реорганізацією сільськогосподарських підприємств, яка повинна забезпечити підвищення ефективності всіх галузей, раціональне використання трудових ресурсів, виробничих фондів, зниження собівартості продукції та підвищення продуктивності праці. Внесення добрив є одним із найдієвіших ресурсних засобів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, на яку впливають як ефект від їх застосування, так і витрати на їх придбання та внесення. Тому необхідно оцінювати з економічної точки зору застосування відходів спиртового виробництва у нашому досліді.

Для визначення собівартості продукції використовували типові технологічні карти по ярому ячменю та цукровим бурякам. У зв'язку із тим, що ВСВ найдоцільніше вносити на прилеглих територіях спиртового заводу, витрати на внесення будуть розраховуватись виходячи із вартості затраченої електроенергії, яку споживає насосна станція для подавання відходів на поля зрошення по існуючим трубопроводам і витрат на оплату праці робітників, що займаються їх розливом. Загальні витрати матимуть вигляд суми типових та специфічних, тих, що пішли для розливу ВСВ.

Характеризуючи економічну ефективність, визначали такі основні показники: вартість продукції, виробничі витрати, виробничу собівартість одиниці продукції, прибуток, та рівень рентабельності при вирощуванні досліджуваних культур (табл. 4.1, 4.2)

При використанні ВСВ виробничі витрати на 1 гектар зросли залежно від норми внесення відповідно на 3236, 4854 та 6472 грн. Не дивлячись на це, враховуючи ріст урожайності ячменю, прибутки по даній культурі дозволили отримати рівень рентабельності значно вищий ніж на контролі.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність використання ВСВ у посівах
ярого ячменю

Показники	Варіанти дослідів			
	Контроль – без внесення	ВСВ – 500 т/га	ВСВ – 750 т/га	ВСВ – 1000 т/га
Урожайність, ц/га	31,5	40,9	45,8	43,3
Вартість продукції з 1 га, грн.	17338	22576	25282	23901
Виробничі витрати на 1 га, грн.	13626	16862	18480	20098
Виробнича собівартість 1 ц насіння, грн.	432,6	412,3	403,5	464,1
Прибуток, грн.:				
– на 1 га	3712	5714	6802	3603
– на 1 ц	117,8	139,7	148,5	83,2
Рівень рентабельності, %	27,2	33,9	36,8	17,9

При використанні ВСВ під ярий ячмінь прибуток на 1 ц зерна збільшився при дозі 500 т/га ВСВ на 21,9 грн, 750 т/га – на 30,7 грн, а при внесенні 1000 т/га навпаки зменшився – на 34,6 грн., що пов'язано із більшими затратами на внесення. На кожен затрачений гривню на контролі отримали прибуток 0,27 грн., далі по варіантам відповідно 0,34, 0,37 та 0,17 грн. Звідси можна зробити висновок про те що доза ВСВ 1000 т/га не виправдовує витрат, порівняно із дозами 500 та 750 т/га.

Щодо цукрових буряків, ситуація подібна до ярого ячменю. При використанні ВСВ прибуток з 1 га посіву збільшився по варіантам відносно контролю відповідно на 8527, 14091, 6143 грн. На кожен затрачений гривню отримали прибуток на контролі – 0,02 грн., далі по варіантам 0,15, 0,24 та 0,10 грн. При цьому доза 1000 т/га ВСВ поступилася за рентабельністю дозам

500 та 750 т/га.

Таблиця 4.2

Економічна ефективність використання ВСВ у посівах
цукрових буряків

Показники	Варіанти дослідів			
	Контроль – без внесення	ВСВ – 500 т/га	ВСВ – 750 т/га	ВСВ – 1000 т/га
Урожайність, ц/га	299,4	361,1	398,9	374,1
Вартість продукції з 1 га, грн.	56886	68609	75791	71079
Виробничі витрати на 1 га, грн.	56226	59462	61080	64316
Виробнича собівартість 1 ц коренеплодів, грн.	187,8	164,7	153,1	171,9
Прибуток, грн.:				
– на 1 га	620	9147	14711	6763
– на 1 ц	2,07	25,33	36,88	18,07
Рівень рентабельності, %	1,1	15,4	24,1	10,5

Отже, з економічної точки зору найдоцільніше використовувати ВСВ в дозі 750 т/га а також 500 т/га. Доза 1000 т/га за ефективністю не виправдовує себе через збільшення виробничих затрат.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Аналіз умов праці в рослинництві АПК

За оцінками Міжнародної організації праці, сільськогосподарським виробництвом на Землі займаються 1,3 млрд. трудящих – приблизно 50% світової робочої сили. Із 335 тис. Осіб, які гинуть на виробництві щорічно, не менше ніж 170 тис. є сільськогосподарськими працівниками. Щороку понад 250 млн. осіб на нашій планеті отримують виробничі травми, 160 млн. осіб страждають від різних хвороб внаслідок шкідливих умов праці – і серед них також значна частина працівників сільського господарства [61].

Ця сфера людської діяльності поряд з гірничодобувним виробництвом і будівництвом є однією з трьох найбільш небезпечних галузей економіки. І якщо для перших двох галузей уже розроблено міжнародні норми і сучасні зведення практичних правил охорони праці, то для сільського господарства донедавна таких нормативних актів не існувало.

21 червня 2001 року Генеральна конференція Міжнародної організації праці прийняла Конвенцію 184 про безпеку та гігієну праці в сільському господарстві [62].

Через економічні труднощі, які переживає наша країна, механізовані роботи у рільництві проводяться часто з використанням морально застарілих і технічно зношених машин та механізмів, які є джерелом шкідливих виробничих факторів і не забезпечують комплексної механізації всього циклу роботи у рослинництві. При цьому виникає необхідність у використанні значного обсягу ручної праці, понад 70% якої виконують жінки [63].

У 2001 році порівняно із 2000 роком рівень професійної захворюваності в Україні підвищився з 1,2 до 1,9 особи на 10000 працюючих за збільшення кількості потерпілих більше ніж у 1,5 разу.

В умовах підвищеного рівня шуму під час роботи перебувають до 30% працівників сільського господарства, вібрації – до 20%, високої запиленості – до 17%, загазованості – до 13%, високої температури повітря – до 10%. Навіть на сучасних тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах повітря робочої зони забруднене пилом, відпрацьованими газами, частками пестицидів, мінеральних добрив[64].

Проблема охорони праці в аграрному секторі є однією з найгостріших у країні. Показники травматизму на селі, незважаючи на тенденцію до зниження, продовжують займати загрозливі позиції. У системі АПК щороку смертельно травмується більше як 30% від усіх загиблих на виробництві при коефіцієнті частоти, що значно перевищує загальнодержавний.

За оперативними даними, в 2002 році в аграрному секторі АПК загинуло 259 осіб проти 296 в 2001 році. 26% нещасних випадків сталося внаслідок порушення трудової та виробничої дисципліни, 25% – незадовільної організації робочих місць, 21% – не проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, 15% – експлуатації несправних транспортних засобів, 9% – порушень правил дорожнього руху [65].

З вини керівників та посадових осіб підприємств, які не забезпечили виконання вимог нормативних актів з питань охорони праці, сталося 60% нещасних випадків.

Останніми роками в АПК в цілому і в сільськогосподарському виробництві як найбільшій складовій АПК намітилась досить стійка тенденція до зменшення кількості потерпілих внаслідок нещасних випадків. Порівняно з 1997 роком загальна кількість потерпілих знизилась з 9843 до 4000 осіб, або майже в 2,5 рази, кількість потерпілих зі смертельними наслідками знизилась в 1,7 разу. Кількість людино-днів непрацездатності за цей період скоротилась на 205 тис. (більше як на 60%)[66].

Смертельний травматизм в АПК в 2002 році порівняно із 2001 роком зменшився на 18%, а в сільськогосподарському секторі – на 19%.

У той же час міністерство зауважує, що ці зміни показників травматизму відбувалися на фоні зменшення чисельності працюючих, зниження обсягів виконуваних робіт, скорочення машинно-тракторного парку та поголів'я худоби, та визнає, що рівень виробничого травматизму, і в першу чергу смертельного, залишається високим, а серед працівників окремих професій навіть зростає.

З метою поліпшення умов праці та зменшення ризиків виробничого травматизму і професійних захворювань розроблено Концепцію з організації охорони праці в аграрному секторі в умовах реформування, яка покладена в основу розробки галузевої програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища на 2001-2005 роки в аграрно-промисловому виробництві. Програма передбачає перегляд відповідно до нових економічних умов і вимог нормативно-правових актів. Положення про систему управління охороною праці в аграрному секторі економіки, організацію роботи щодо створення районних (міжрайонних) консультаційних пунктів для надання методичної допомоги з питань охорони праці на підприємствах усіх форм організації праці, розроблення та впровадження системи самоконтролю безпеки і охорони праці для фермерів і одноосібних підприємств, які не використовують найману працю, та інші засоби [67].

5.2. Заходи виробничої санітарії та особистої гігієни праці при роботі із ВСВ

Відходи спиртового виробництва можна віднести до органічних добрив, проте у зв'язку із досить низьким вмістом сухої речовини (3-5%), дані відходи несуть із собою значно меншу небезпеку ніж органічні добрива тваринного походження. При використанні ВСВ практично відсутня можливість зараження гельмінтами завдяки високій температурі відходів на виході із заводу (+105°C) і вузькому спектру стоку (лише виробництво

спирту та дріжджів). Так як у дослідженнях а також у виробництві ми використовуємо ВСВ, що пройшли відстоювання у ставках-накопичувачах, а відповідно і певні фази метанового бродіння, дані відходи володіють дуже неприємним запахом, завдяки газам, які виділяються при тривалому їх зберіганні (метан, індол, скатол). Даний запах досить стійкий і відчувається навіть без контакту із відходами, а лише при тривалому знаходженні працівника поблизу їх накопичення. Тому як при розливі, так і при ремонтних роботах, пов'язаних із внесенням ВСВ рекомендовано дотримуватись усіх основних заходів виробничої санітарії, що характерні при використанні органічних та мінеральних добрив. Тобто обов'язково використовувати спецодяг, бажано гумові чоботи та рукавиці для запобігання контакту із рідиною та дотримуватись інших вимог як особистої гігієни, так і правил техніки безпеки при роботі із відходами [68].

5.3. Рециклінг відходів промисловості, як екологічно безпечна утилізація

Поняття “рециклінгу” увійшло у наукову термінологію порівняно недавно, хоча сенс, вкладений у цей термін давно відомий і частково відображається поняттями “безвідходне виробництво”, або “повторне використання”. Тема роботи безпосередньо торкається даного вислову і потребує пояснення. Так, як уже згадувалося, відходи спиртових заводів залежно від джерела виходу мають різний ступінь забрудненості і за цією ознакою класифікуються на такі чотири категорії: 1 – теплообмінні води; 2 – води від продувки парових котлів та регенерації хімічної водоочистки; 3 – лютерні води; 4 – води від миття обладнання, промивні і фільтрпресові води дріжджових цехів, транспортерно-мийні та господарсько-побутові води, первинна і вторинна барда. Перші дві категорії безпосередньо піддаються рециклінгу, шляхом їх охолодження та повернення у технологічний процес. Води третьої та четвертої категорій володіють вищим ступенем забруднення і

тому потребують подальшої утилізації. Ми вирішили це питання шляхом їх використання для вологозарядкових удобрювальних поливів сільськогосподарських культур, що саме собою, при вірному використанні є своєрідним вирішенням екологічної проблеми. Тут ми торкаємось поняття “безвідходне виробництво” [69].

Надзвичайно важливо, використовуючи ВСВ для поливу сільськогосподарських культур, науково обґрунтовувати норми внесення і дотримуватись їх, так як наслідком порушення цього правила може стати інша екологічна криза, яка може бути важкою за наслідками і вплинути на ґрунт, рослини та навколишнє середовище взагалі. У зв'язку із цим, щодо організації внесення ВСВ, необхідно дотримуватись наступних вимог:

- необхідність у проведенні вологозарядкових удобрювальних поливів повинна випливати із результатів хімічного обстеження ґрунтів та попереднього вивчення впливу на рослини;
- чітко дотримуватись встановленої норми внесення ВСВ, що контролюється за лічильником, або іншим методом;
- підтримувати максимально можливу рівномірність розподілу ВСВ на ділянках внесення шляхом пересування гнучкого трубопроводу, підсипання поливних боріз, прокопування шляхів для руху ВСВ та ін.;
- не допускати стікання ВСВ у дренажні канали, на ділянки, що не є дослідними і не належать землекористуванню заводу
- при внесенні вказаної норми на ділянку, трубопровід переноситься па сусідню, слідкуючи, щоб ВСВ із даної ділянки мінімально перекривались внесенням на попередню;
- в ситуації, коли ґрунт ділянки насичений стічними водами (спостерігається застій на поверхні), а норму ще не внесено повністю, слід перекинути трубопровід на сусідню ділянку, фіксуючи при цьому кінцеву кількість внесених ВСВ в журналі обліку. Після поглинання ВСВ ґрунтом і часткового підсихання продовжити внесення до завершення запланованої норми [69].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

6.1. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Державне управління охороною праці здійснюється шляхом сукупності скоординованих дій органів державного управління охороною праці, органів місцевого самоврядування за участю об'єднань роботодавців, професійних спілок та інших представницьких органів з реалізації основних напрямків соціальної політики в галузі охорони праці, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, виховання у працівників свідомого ставлення до безпеки і обережності в процесі праці [70].

Політика підприємства в галузі охорони праці повинна спрямовуватися на послідовне зниження рівня шкідливих та небезпечних виробничих факторів з урахуванням масштабу ризиків виникнення нещасних випадків і професійних захворювань [70].

Це може бути досягнуто поступовим підвищенням рівня безпеки виробництва.

Виходячи з цього, політику підприємства щодо охорони праці можна визначити як:

- забезпечення здорових та безпечних умов праці;
- зниження ступеня ризиків виникнення нещасних випадків на виробництві та профзахворювань з урахуванням соціальної відповідальності, економічної доцільності та технічних можливостей;
- установлення персональної відповідальності кожного працівника за порушення покладених на нього обов'язків з охорони праці. Для реалізації цієї політики, мету в галузі охорони праці можна визначити як досягнення рівня припустимого ризику виникнення нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань у 2007 р. за рахунок:

- забезпечення моніторингу впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працюючих та усунення, у першу чергу, найбільш небезпечних з них;
- залучення працівників до активної участі в управлінні охороною праці;
- постійного розгляду керівником підприємства та керівниками структурних підрозділів стану умов та безпеки праці разом із вирішенням виробничих питань;
- підведення підсумків виконання планів з охорони праці за участі керівника підприємства [71].

6.2. Аналіз умов праці, небезпек і шкідливостей при внесенні дефекату та органічних добрив

Внесення в спиртової барди пов'язані з виконанням робіт з обробітку ґрунту, посіву, садіння і догляду за посівами. При цьому слід дотримуватись слідуєчих вимог при виконанні даних процесів:

- механізовані роботи з обробітку ґрунту, посіву, садіння та догляду за посівами необхідно проводити відповідно до вимог технологічних (операційних) карт, експлуатаційної документації цих правил.
- в зоні можливого руху маркерів або навісних машин при розвороті машинно тракторних агрегатів не повинні знаходитись люди;
- Не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок під час руху агрегату;
- завантаження сівалок і садильних машин насінням, посадковим матеріалом та добривами повинно проводитись за допомогою засобів механізації. Ручне завантаження дозволяється тільки при зупиненому посівному або садильному агрегаті, заглушеному двигуні трактора, із застосуванням засобів індивідуального захисту і дотримання гранично допустимих навантажень при переміщенні вантажів вручну;

- заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які знаходяться в піднятому стані, слід проводити після вжиття заходів, що запобігають їх самовільному опусканню;
- не допускається піднімання працівників на машини під час їх руху, а також спускання з них;
- не допускається робота сівачів на навісних сівалках [72].

Спиртову барду можна віднести до органічних добрив, проте у зв'язку із досить низьким вмістом сухої речовини (3-5%), дані відходи несуть із собою значно меншу небезпеку ніж органічні добрива тваринного походження. При використанні даних відходів практично відсутня можливість зараження гельмінтами завдяки високій температурі відходів на виході із заводу. Так як у дослідженнях а також у виробництві ми використовуємо відходи, що пройшли відстоювання у ставках-накопичувачах, а відповідно і певні фази бродіння, дані відходи не володіють неприємним запахом, але мають свої специфічні хімічні властивості. Тому як при внесенні, так і при ремонтних роботах, пов'язаних із внесенням дефекату та органічних добрив рекомендовано дотримуватись усіх основних заходів виробничої санітарії, що характерні при використанні органічних та мінеральних добрив. Тобто обов'язково використовувати спецодяг, бажано гумові чоботи та рукавиці для запобігання контакту із відходами, та дотримуватись інших вимог як особистої гігієни, так і правил техніки безпеки при роботі із відходами [73, 74].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Найбільш ефективний спосіб утилізації ВСВ спиртового виробництва шляхом використання для поливу сільськогосподарських культур. При цьому забезпечується економія капіталовкладень, паливних ресурсів, підвищення ефективності виробництва підприємств, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, охорона навколишнього середовища.
2. Дослідженнями встановлено позитивний вплив ВСВ на урожайність культур і якість продукції. Так, при внесенні 750 т/га ВСВ урожайність ячменю збільшувалась на 8,6-14,3 ц/га, вміст білку – на 3,1-4,2 %, урожайність цукрових буряків – на 71,6-99,5 ц/га і цукристість – на 0,8-1,3 % порівняно із контролем. Доза 1000 т/га ВСВ сприяла дещо меншому збільшенню окремих показників;
3. Внесення ВСВ має значний вплив на мікробіоценоз і сприяє переорганізації кожної ланки циклу азоту: на фоні суттєвого інгібування азотфіксації та нітрифікації поливи відходами посилюють денітрифікацію.
4. ВСВ у досліджуваних дозах позитивно впливають на мікрофлору ґрунту. Трирічне внесення не мало негативного впливу на біологічну активність. Внесення ВСВ сприяло підвищенню ступеня розкладу целюлози в 2023 р. – на 29,2 %, в 2021 р. – на 20,1 %, при трирічному внесенні – на 13,8 %.
5. ВСВ Довжоцького спиртового заводу можливо використовувати в якості удобрювальних поливів, принаймні на протязі трьох років.
6. Необхідно особливу увагу звернути на застосування дози 1000т/га, так як на цьому варіанті спостерігається незначне зменшення урожайності досліджуваних культур. Дворічне внесення ВСВ сприяло ще більшому спаду якісних показників та урожайності окремих культур на

останньому варіанті. Даний метод утилізації є досить перспективним і потребує подальшого вивчення для нашої зони.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Виходячи із проведених досліджень можна рекомендувати вносити ВСВ під сільськогосподарські культури з метою зменшення площ під відстійники та негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення урожайності та якості с.-г. культур.
2. За рекомендовані дози внесення можна прийняти 500 т/га, 750 т/га ВСВ. Найкраще для наших ґрунтів, які здебільшого мають кислу реакцію ґрунтового розчину, вносити ВСВ після попереднього відстоювання їх у відстійнику на протязі 80-100 діб з метою переходу кислої реакції у лужну, що дасть змогу дещо зменшити рН ґрунту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Каратєєва О. І., Коваль О. А., Гроза В. І. Технологія переробки побутових відходів та відходів сільського господарства : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2018. 190 с.
2. Рудницький П.В., Коваленко О.Д., Раєв З.А. та ін. Довідник працівника спиртової промисловості. – К.: Техніка., 2002. – с. 260-261.
3. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології. Навчальний посібник. – 2-ге вид., стереотип. – К.: МАУП, 2000. – 240с.
4. Дудник А.А., Кошель М.І., Пухова Т.М. Використання меласної післяспиртової барди у сільському господарстві (огляд вітчизняного та зарубіжного досвіду). – Київ, 2005. – с. 2-4.
5. Хрулова Т.Н., Чебась В.А., Лелявская Л.Б. Рекомендації по використанню стічних вод спиртових заводів для зрошення сільськогосподарських культур. – УкрНПДіМ. – К. – 1977.
6. Янчевський В.К., Кошель М.І., Каранов Ю.А. Використання відходів спиртового виробництва в сільському господарстві // Вісник аграрної науки, 2001. - № 5 – с. 67-70
7. Гусєв С. П., Склад і норми внесення промислових відходів/ С.П. Гусєв; М.: Універсальна книга, 1996. - 42. 14. Кузнецов А.Е., Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие. В 2 т. / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова [и др.] М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. Т. 1.
8. Рудницький П.В. Економічна оцінка технологічних схем комплексної переробки буряєво-цукрової патоки в спиртовому виробництві. – УкрНП. Вип VI., 1960. – с. 55-56.
9. Драговоз І.В., Яворська В.К., Антонюк В.П., Кошель М.І. Створення регуляторів росту на основі відходів спиртової промисловості. // Физиология и биохимия культурных растений, 2008. – т.30. – №3.

10. Яворська В.К., Драговоз І.В., Кошель М.І., Монастирський М.А. Вплив концентрату метанового бродіння на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. // Вісник аграрної науки. № 4. – 2007.
11. Phelps A. U.K. trial investigates use of distillers' grains for cows Feedstuffs. 1980. 60. 48. 18 (англ.) П.25238.
12. Забродский А.Г., Ильина Л.Д. Білково-вітамінні кормові добавки з відходів м'ясо-спиртових заводів. / Наукові праці УСГА. Використання відходів промисловості в годуванні сільськогосподарських тварин. – Київ, 1996.
13. Щурська К. О. Біоенергетика : підручник для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». / К. О. Щурська, Є. В. Кузьмінський // Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 304 с.
14. Семак І.Л., Глухов Л.Г. Про використання патокової барди для відгодівлі худоби. // Харчова промисловість. – № 6
15. Марцинкевич В. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування / В. Марцинкевич, Н. Коломієць // К.: НЕЦУ. – 2015. – 20 с.
16. Желих В. М. Біогазові технології: теорія і практика : монографія / В. М. Желих, Ю.В. Фурдас // М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів політехніка". – Львів : Вид-во Львів. Політехніки. – 2015. – 164 с. : іл. – Бібліогр.: с. 138-147. – ISBN 978-617-607-838-8.
17. Ковальчук, В. А. Очистка стічних вод; ВАТ «Рівненська друкарня»: Рівне, 2002; с 622.
18. Кращі європейські практики управління відходами (посібник) / А. Войціховська та ін.; за заг. ред. О. Кравченко. Львів: Видавництво «Компанія "Манускрипт"», 2019. 64 с.
19. Stehlik, K. Irrigation with yeast-plant waste waters. – Scient. agr. bohemoslov., 1987. – 19. – № 1. – p.21-32.

20. Lewicki Wilhelm. Introduction into technology application and commercialization of evaporated vinasses fermentation industries. *La Sucrerie belge* – 1977 – 96. – № 11, 421-424.
21. Carrilho, E., Labuto, G. and Kamogawa, M. Destination of Vinasse, a Residue From Alcohol Industry. *Environmental Materials and Waste* 2016, pp 21–43. Проспект фірми Деленланк і К, 1992
22. Проспект фірми Лесафр. Використання стічних вод бродильних виробництв, що переробляють мелясу.
23. Svoboda M. et al. Zkusenosti s oxidachimi prikopy v potravinářském prumyslu “Prumysl potravin“. – 2001. – 22. – №2. – P. 55-61.
24. Ripley K.D. Monitoring Industrial Effluents „Chemical Engineering“. – № 10. – 2002, 79. – 119-122.
25. Sierp F. Die geverblichen und industrieller Abvässer. – 2017
26. Srivastava, N.; Neelam; Sahai, R. Ecophysiological response of certain crop plants of eastern Uttar Pradesh to industrial effluents. – *Intern. J. Ecol. environm. Sc.*, 2008. – 14, 2/3: 229-249
27. Subba Rao. A low cost Waste treatment method for disposal of distillery waste. *Water Research*. – 2012. – Vol. 6. – №11. – P. 1275-1282.
28. Brenez M. Societe Royale Belge des ingeniours et industriels citrigue Belge. – Sienen
29. Prakash, N. B., Sockan, V., Raju, V. S. Anaerobic Digestion of Distillery Spent Wash. *ARNP Journal of Science and Technology* 2014, 4(3), pp 134– 140
30. Дригваль І.О., Волошина Н.О. Міжнародний досвід у сфері поводження з відходами. Інновації у сфері поводження з відходами: досвід та практика. Матеріали науково-практичної конференції, 16 квітня 2019 року. Київ: Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, 2019.
31. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с

32. Wine distillery wastewater degradation. 1. Oxidative treatment using ozone and its effect on the wastewater biodegradability // *J. agr. Food Chem.*, 1999. – Vol. 47, № 9. – P. 3911-3918.
33. Wine distillery wastewater degradation. 2. Improvement of aerobic biodegradation by means of an integrated chemical (ozone) – biological treatment. // *J. agr. Food Chem.*, 2009. – Vol. 47, № 9. – P. 3919-3924.
34. Prakash N.B., Sockan V., Sitarama Raju V. Anaerobic Digestion of Distillery Spent Wash. *Journal of Science and Technology*. – 2014. – Vol. 4. – №3. – P. 134–140.
35. Нечиталюк С., Левітіна Н., Поводзинський В. Очистка стічних вод дріжджових заводів // *Харчова і переробна промисловість*. – 1997. – №10. – с. 18.
36. Голуб, Н. Б.; Потапова, М. В. Технологія одержання біогазу з післяспиртової барди. *Відновлювана енергетика* 2018, 53 (2), с 70–77.
37. Антонюк В., Кошель М., Цимбал В. Очищення стічних вод спиртозаводів. // *Харчова і переробна промисловість*. – 1997. – №5. – с. 25
38. Голуб, Н. Б.; Потапова, М. В. Сучасні методи переробки та утилізації зернової післяспиртової барди. *Innov Biosyst Bioeng* 2018, 2 (2), с 125– 134.
39. Хижняк, М. І., Цьонь, Н. І. Спиртова барда як цінна кормова добавка й органічне добриво у сільському господарстві. *Рибогосподарська наука України* 2010, 2, с 122–130.
40. Шкарда М. Виробництво та застосування органічних добрив / перев. із чеш. З.К. Благовіщенській. – М.: Агролпромиздат. – 1995. – с.182.
41. Бацула А.А., Гаврилов В.Л., Абрамов С.П., Суший М.С. До питання про використання відходів спиртових заводів в якості удобрення сільськогосподарських культур // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 2006. – Вип. 50. – с. 67.
42. Bezuneh, T. The Role of Microorganisms in Distillery Wastewater Treatment: A Review. *Journal of Bioremediation & Biodegradation* 2016, 07(06).
43. Проспект фірми Rosenlew Engineering

44. Вотановська Н.А. Вплив удобрювального поливу, проведеного по снігу гарячою меласною бардою, на структуру ґрунту // Досягнення науки і техніки АПК, 2002. - № 5. - с. 17-18
45. Руда, М. В., Лук'янчук, Н. Г. Екологічні шляхи використання відходів ДП "Немирівський спиртозавод". Науковий вісник НЛТУ України, 2011, 21.4, с. 131–135
46. Лур'є Ю.Ю., Рибнікова А.І., Хімічний аналіз виробничих стічних вод. К.: "Хімія", 2014. - 335 с.
47. Satyawali, Y., Balakrishnan, M. Wastewater treatment in molassesbased alcohol distilleries for COD and color removal: A review. *Journal of Environmental Management* 2008, 86(3), pp 481–497.
48. Куріс, Ю. В., Ткаченко, С. І., Семененко Н. В. Способи утилізації біогазу. *Енергосбереження. Енергетика. Енергоаудит* 2010, 7(77), с. 20–30.
49. Дудник А.А., Кошель М.І., Відходи переробної промисловості в годівлі тварин // *Тваринництво України*, 1995р. – №11. – с.24
50. Laying Performance, Physical, and Internal Egg Quality Criteria of Hens Fed Distillers Dried Grains with Solubles and Exogenous Enzyme Mixture / AbdEl-Nack M.E. et al. *Animals*. 2019. Vol. 9 (4).
51. Технологія спирту /В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, В.М.Швець, П.С. Циганков, І.Д. Жолнер// Під ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця: Поділля-2000, 2003. – 496 с.
52. Шутяк, О. В. Вплив сухої післяспиртової барди на показники продуктивності та газоенергетичного обміну бичків на відгодівлі [Текст] / О. В. Шутяк // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького* : збірник наукових трудов. - Львів, 2009. - Т. 11, № 2 (41). Ч. 2. - С. 345-348
53. Konca Yu., Kikpinar F., Mert S. Effects of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) on carcass, meat quality and intestinal organ traits in Japanese quails. *Scientific Papers. Serial D. Animal science. Bucharest. LIV*. 2011. P. 39–44.

54. Masse D.I., Jarret G., Benchaar C., CataSaady N.M. Effect of Corn Dried Distiller Grains with Solubles (DDGS) in Dairy Cow Diets on Manure Bioenergy Production Potential. *Animals*. 2014. Vol. 4 (1). P. 82–92.
55. Opoku E.Y., Classen H.L., Scott T.A. Effects of wheat distillers dried grain with soluble with or without protease and β -mannanase on the performance of turkey henpoults. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. P. 207–214.
56. Water and water purification technologies. Scientific and technical news : наук.-техн. журн. / засн.: НТУ України "КП", ТОВ "Укр. водна спілка" (Укр. спілка фахівців в галузі очистки води). – Київ, 2010
57. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. 671 с.
58. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічно безпечного використання. – 2-ге вид., допов. / Д.С. Добряк, О.П. Канаш, Д.І. Бабміндра, І.А. Розумний. – К.: Урожай, 2009. – 464с.
59. Агрохімія : підручник / М. М. Городній, С. І. Мельник, А. С. Маліновський та ін., 2-е вид., перероб. і доп. - К.:Алефа. - 2003.-778 с.
60. Андрущенко Г. О. Ґрунти Західних областей УРСР / Г. О. Андрущенко. - Львів- Дубляни. – 1970. – 184 с.
61. Бомба М.Я. Біологічне землеробство: стан і перспективи розвитку / М.Я Бомба // Екологічний вісник. - 2008. - №1. - С.5-10.
62. Екологізація систем землеробства // Екологічні проблеми землеробства: навч. посібн. - К.: ЦУЛ, 2010. – С.420-433.
63. Екологічні проблеми землеробства: навч. посібн. / І.Д. Примака, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей [та ін.]; за ред. І.Д. Примака. – К.: ЦУЛ, 2010. – 456 с.
64. ДСТУ 2730–94 Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії; Чинний від 01.07.1995. – С. 1-13.

- 65.ДСТУ 2195-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2195-99.pdf
- 66.ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2195-99.pdf
- 67.Троянський О.І. Моніторинг якості води : монографія / О.І. Троянський. – Житомир : Волинь, 2004. – 192 с
- 68.Доценко В. І. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування : навч. посіб. / В. І. Доценко, В. В. Морозов, Д. М. Онопрієнко. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 446 с.
- 69.Морозов О.В. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель: моделювання і прогнозування : монографія. - Херсон : Айлант, 2010. - 356 с.
- 70.Правові засади використання, охорони та відтворення водних живих ресурсів / Т. В. Григор'єва ; Нац. ун-т "Юрид. акад. України ім. Ярослава Мудрого". – Харків : Право, 2011. – 173, [1] с. – Бібліогр.: с. 149–172.
- 71.Желібо Є П., Заверуха Н. М., Зацарний В, В. Безпека життєдіяльності / За ред. Є П. Желібо. - К.: Каравела, 2010. - 328 с.
- 72.Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2002. - 320 с.
- 73.30. Катренко Л. А, Пістун і П. Охорона праці в галузі освіти. - К.: Університетська книга; Суми, 2001. - 340 с
- 74.Основи охорони праці / За ред. Гандзюка М. П., Купчика М. П. - К.: Основа, 2000. - 416 с.
- 75.Park C.S., Ragland D., Adeola O. Amino acid digestibility of corn distillers' dried grains with solubles with the addition of casein in pigs. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96 (11). P. 4674–4684.
- 76.Truong L., Morash D., Liu Ya., King A. Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2019. Vol. 8. P. 417–429.

77. Nutrient availability of different batches of wheat distillers dried grains with solubles with and without exogenous enzymes for broiler chickens / Whiting I.M. et al. Poultry Science. 2017. Vol. 96. Issue 3. P. 574–580.

ДОДАТКИ

Додаток А

Погодні умови 2023 року (за даними Кам'янець-Подільського метеопоста)

Місяці	Температура, °С			Сума опадів, мм		
	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-
січень	-3,6	-3,2	0,4	25,3	20,8	-4,5
лютий	-1,1	3,3	4,4	30,6	26,7	-3,9
березень	2,5	5,1	2,6	30,3	40,8	10,5
квітень	9,6	9,1	-0,5	46,4	35	-11,4
травень	14,2	17	2,8	52,1	53,9	1,8
червень	17,6	18	0,4	74,1	64,8	-9,3
липень	19,8	22,6	2,8	98,2	77,3	-20,9
серпень	19,6	19,8	0,2	56,1	61,3	5,2
вересень	13,5	13,8	0,3	69,8	98,7	28,9
жовтень	8,7	7,9	-0,8	32,6	53,7	21,1
листопад	1,9	4,7	2,8	46,4	25,6	-20,8
грудень	-2,4	-7,9	-5,5	40	14,8	-25,2

Погодні умови 2021 року (за даними Кам'янець-Подільського метеопоста)

Місяці	Температура, °С			Сума опадів, мм		
	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-
січень	-3,6	-3,5	0,1	25,3	39,3	14
лютий	-1,1	-7,1	-6	30,6	49,2	18,6
березень	2,5	0,3	-2,2	30,3	18,2	-12,1
квітень	9,6	7,6	-2	46,4	6,8	-39,6
травень	14,2	19,6	5,4	52,1	6,9	-45,2
червень	17,6	19	1,4	74,1	26	-48,1
липень	19,8	20,3	0,5	98,2	177,7	79,5
серпень	19,6	19,6	0	56,1	21,4	-34,7
вересень	13,5	14	0,5	69,8	27,9	-41,9
жовтень	8,7	6,9	-1,8	32,6	61,9	29,3
листопад	1,9	4,4	2,5	46,4	20,9	-25,5
грудень	-2,4	-0,7	1,7	40	28,6	-11,4

Продовження додатку А

Погодні умови 2022 року (за даними Кам'янець-Подільського метеопоста)

місяці	Температура, °С			Сума опадів, мм		
	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-	середня багаторічна	фактична	відхилення, +/-
січень	-3,6	-5,5	-1,9	25,3	51,1	25,8
лютий	-1,1	-1,3	-0,2	30,6	45,1	14,5
березень	2,5	3,9	1,4	30,3	15,7	-14,6
квітень	9,6	9,2	-0,4	46,4	20,8	-25,6
травень	14,2	13,8	-0,4	52,1	52,5	0,4
червень	17,6	17,7	0,1	74,1	31,4	-42,7
липень	19,8	20,3	0,5	98,2	81,9	-16,3
серпень	19,6	18,8	-0,8	56,1	70,8	14,7
вересень	13,5	13,5	0	69,8	44,9	-24,9
жовтень	8,7	9,7	1	32,6	16,1	-16,5
листопад	1,9	4,4	2,5	46,4	35,8	-10,6
грудень	-2,4	1,3	3,7	40	20,8	-19,2

Результати пророщення насіння сільськогосподарських культур в розчинах ВСВ залежно від концентрації даних розчинів

культури	частка нормально пророслих насінин (схожість), %					частка насінин із недорозвиненим корінцем (довжина корінця менша за довжину (діаметр) насінини), %					частка непророслих насінин, %				
	концентрація розчину ВСВ, %					концентрація розчину ВСВ, %					концентрація розчину ВСВ, %				
	Контр оль	10%	20%	30%	40%	контр оль	10%	20%	30%	40%	контр оль	10%	20%	30%	40%
ячмінь	93,6	77,6	38,8	16,0	–	2,0	8,0	40,8	12,8	4,0	4,4	14,8	20,4	71,2	96,0
гречка	78,4	77,2	73,6	54,0	10,0	5,6	6,8	6,8	10,4	11,2	16,0	16,0	19,6	35,6	78,8
озима пшениця	90,8	84,8	10,0	–	–	4,8	6,4	69,2	20,0	1,6	4,4	8,8	20,8	80,0	98,4
горох	92,8	77,6	48,0	22,4	3,2	–	7,2	31,2	12,8	11,2	7,2	15,2	20,8	64,8	85,6
соя	47,2	44,8	40,8	0,8	–	30,4	19,2	22,4	6,4	–	22,4	36,0	37,6	92,8	100,0

Урожайність та якість ячменю (2021-2023рр.)

варіант	2021 р.			2022 р.			2023 р.			3-річне внесення		
	урожайність, ц/га	вміст білку, %	маса 1000, г	урожайність, ц/га	вміст білку, %	маса 1000, г	урожайність, ц/га	вміст білку, %	маса 1000, г	урожайність, ц/га	вміст білку, %	маса 1000, г
без поливу	31,5	9,9	43,1	19,3	9,1	41,4	36,2	9,6	41,8	36,2	9,6	41,3
вода 1000т/га	38,7	10,4	42,8	21,5	9,2	40,8	38,2	9,9	41,7	36,9	10,1	41,5
500 т/га ВСВ	40,9	13,0	43,6	23,8	11,4	42,6	41,2	11,3	42,8	40,0	10,8	42,2
750 т/га ВСВ	45,8	13,1	43,6	25,7	12,2	43,4	46,7	11,9	43,6	42,8	11,7	42,9
1000 т/га ВСВ	43,3	12,9	41,9	24,1	12,0	42,5	45,2	11,3	42,7	40,8	11,1	42,3
НІР, од.в	2,5	0,6		0,44	0,67		1,16	0,51		1,16	0,49	

Урожайність та вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків (2021-2023рр.)

варіанти	2021 р.		2022 р.		2023 р.		3-річне внесення	
	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Урожайність, ц/га	Цукристість, %
Без поливу	299,4	13,3	164,9	14,2	303,4	13,8	308,6	13,8
Вода 1000т/га	309,9	13,2	174,7	14,0	314,0	13,8	316,4	13,9
500 т/га ВСВ	361,1	13,3	218,7	14,6	336,5	14,0	329,0	13,8
750 т/га ВСВ	398,9	14,1	242,5	14,8	385,1	14,2	350,1	14,1
1000 т/га ВСВ	374,1	14,2	224,5	14,4	372,1	14,2	344,4	14,1
НІР, ц/га	25,34	0,59	15,06	0,30	20,05	0,31	10,45	0,26

Додаток Г

Динаміка біологічної активності (ступінь розкладу целюлози) протягом вегетаційного періоду 2023 р., % (середнє по культурам)

варіанти	Строки визначення					загальна
	5. V	1. VI	4. VII	5. VIII	6. IX	
контроль	7,2	8,0	8,6	9,4	8,1	41,3
1000 т/га вода	7,3	8,8	7,8	10,6	7,6	42,1
500 т/га ВСВ	6,6	10,2	13,1	13,3	11,8	55,0
750 т/га ВСВ	6,2	12,1	15,2	15,8	14,0	63,3
1000 т/га ВСВ	6,1	13,6	16,8	17,3	16,7	70,5

Динаміка біологічної активності (ступінь розкладу целюлози) протягом вегетаційного періоду 2021 р., % (середнє по культурам)

варіанти	Строки визначення					загальна
	2. V	4. VI	5. VII	1. VIII	6. IX	
контроль	3,2	5,3	8,6	8,4	8,0	33,5
1000 т/га вода	4,8	5,0	8,5	8,2	7,0	33,5
500 т/га ВСВ	3,6	6,2	10,0	12,8	8,3	40,9
750 т/га ВСВ	4,0	7,1	12,3	12,9	10,9	47,2
1000 т/га ВСВ	4,2	8,0	15,3	13,6	12,5	53,6

Динаміка біологічної активності (ступінь розкладу целюлози) протягом вегетаційного періоду 2022 р., % (середнє по культурам)

варіанти	Строки визначення					загальна
	5. V	1. VI	4. VII	5. VIII	6. IX	
контроль	6,0	7,6	8,2	7,5	6,3	35,6
1000 т/га вода	6,2	8,0	8,3	7,8	6,5	36,8
500 т/га ВСВ	5,6	9,4	9,6	8,6	7,7	40,9
750 т/га ВСВ	5,6	10,2	11,2	10,0	9,8	46,8
1000 т/га ВСВ	6,4	13,6	14,8	12,8	11,9	59,5