МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту**:**
Зав. кафедрою, доцент
_____ Ольга ВАСИЛЕНКО
«____» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема роботи «УПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»

Виконав – студентк __4__курсу, групи __41-ек__
Освітньої програми ___101 Екологія_____
Спеціальності ____Екологія_____
УПИРЕНКО О.В.
(прізвище та ініціали)
Керівник – _ СОНЬКО С.П. доктор географічних наук, професор
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Факультет – плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра – екології та безпеки життєдіяльності
Освітня програма – Екологія
Спеціальність – 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Василенко О. В.
_____
“____” _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

УПЕРЕНКО ОЛЕГУ ВОЛОДИМИРОВИЧУ

1. Тема роботи: Упередження негативного впливу змін клімату на сільське господарство лісостепу України

керівник роботи –**__проф.Сонько С.П._____**

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 20__ року № ___

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: _____

4. Перелік питань, які потрібно розробити:
_____;
_____;
_____;
_____
_____.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвища, ініціали та посада	Підпис, дата

	консультанта		
		Завдання видав	Завдання прийняв

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Студент _____ Упиренко О.В.
Керівник роботи _____ Сонько С. П.

ЗМІСТ

1	Зміст	
2	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.	
3	ВСТУП.	
4	РОЗДІЛ 1. Негативний вплив змін клімату на сільське господарство (огляд літератури).	
5	РОЗДІЛ 2.Умови, об’єкти та методика проведення досліджень.	
6	РОЗДІЛ 3.Результати досліджень та їх аналіз.	
7	ВИСНОВКИ.	
8	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	
9	ДОДАТКИ.	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.

АПК – агропромисловий комплекс;

ООН – організація об’єднаних націй;

ФАО – продовольча організація ООН;

ClimEd - міжнародному проект «Багаторівнева освіта та професійне навчання з питань кліматичних послуг, адаптації до змін клімату та їх пом’якшення в локальному, національному та регіональному масштабах»;

ЕГІС – елементарна геоінформаційна система;

УНУС – Уманський національний університет садівництва;

- СФГ – сімейне фермерське господарство;

- СТОВ – сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю;

- ТОВ - товариство з обмеженою відповідальністю;

- ФГ – фермерське господарство;

- CO_2 - вуглекислий газ;

- С3 і С4 – маркування культур за типом фотосинтезу.

ВСТУП

Сильні тенденції зміни клімату, які вже є очевидними, ймовірність подальших змін і зростаючий масштаб потенційних кліматичних впливів викликають необхідність більш узгодженого вирішення проблем адаптації сільського господарства. Існує багато потенційних варіантів адаптації для незначних змін існуючих сільськогосподарських систем, часто варіацій існуючого управління кліматичними ризиками. Впровадження цих варіантів, ймовірно, матиме суттєві переваги в умовах помірної зміни клімату для деяких систем землеробства. Однак їхня ефективність має обмеження в умовах більш різких змін клімату. Отже, необхідно розглянути більш системні зміни у розподілі ресурсів, такі як цілеспрямована диверсифікація систем виробництва та засобів до існування. Досягнення результатів з адаптації вимагатиме інтеграції питань, пов'язаних зі зміною клімату, з іншими факторами ризику, такими як мінливість клімату та ринковий ризик, а також з іншими сферами політики, такими як сталий розвиток. Означеними проблемами визначається актуальність нашого дослідження.

Головною *метою* кваліфікаційної роботи є обґрунтування заходів упередження негативного впливу змін клімату на сільське господарство лісостепу України.

Об'єктом дослідження є сільське господарство лісостепу України.

Предметом дослідження є головні напрямки адаптації сільського господарства лісостепу України до змін клімату.

Головні завдання, які ставили автори:

- Шляхом вивчення літературних та інтернет-джерел встановити головні види впливів змін клімату на сільське господарство, зокрема, лісостепової зони;

- Дослідити вплив природних умов лісостепової зони на ведення сільського господарства;
- Запропонувати головні стратегії адаптації сільського господарства лісостепу України до змін клімату.

Кваліфікаційна робота виконувалась в межах інтегральної наукової проблематики кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва «Розробка методологічних підходів і практичного механізму екологічно збалансованого природокористування у сфері аграрного виробництва» (Державний реєстраційний номер 0108U009772); зокрема, розробленою на кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва постійно діючою он-лайн ЕГІС «Виробничі типи сільськогосподарських підприємств Черкаської області» [14].

Результати дослідження також використані у міжнародному проекті 619285-EPP-1-2020-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP «Багаторівнева освіта та професійне навчання з питань кліматичних послуг, адаптації до змін клімату та їх пом’якшення в локальному, національному та регіональному масштабах - ClimEd» [34].

РОЗДІЛ 1. НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).

Сільське господарство є основним землекористувачем у всьому світі. Наразі під посівами знаходиться ≈1,2–1,5 млрд га, ще 3,5 млрд га випасаються. Сільське господарство в його багатьох різних формах і місцях залишається дуже чутливим до змін клімату, домінуючим джерелом загальної міжрічної мінливості виробництва в багатьох регіонах і постійним джерелом порушення екосистемних послуг.

Насправді, сільське господарство є найбільш вразливим сектором до зміни клімату через його величезний розмір і чутливість до погодних параметрів[30]. Зміни кліматичних явищ, таких як температура та кількість опадів, значно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Вплив підвищення температури, зміни кількості опадів і внесення добрив CO_2 залежить від культури, місця розташування та величини зміни параметрів. Встановлено, що підвищення температури зменшує врожайність, тоді як збільшення кількості опадів, ймовірно, компенсує або зменшить вплив підвищення температури [24].

Вплив зміни клімату на врожайність сільськогосподарських культур залежить від території та застосування зрошення. Підвищити врожайність сільськогосподарських культур можна за рахунок розширення зрошуваних площ, що може мати згубний вплив на навколишнє середовище [17]. Підвищення температури, швидше за все, призведе до зниження врожайності багатьох сільськогосподарських культур за рахунок скорочення їх тривалості [21]. Очікується, що загальне виробництво пшениці, рису та кукурудзи зменшиться, якщо в помірних і тропічних регіонах потепліє на 2 °C [26].

Відносини рослина-вода дуже чутливі до змін температури та опадів, і на фізіологічні зміни, швидше за все, впливатимуть екстремальні зміни цих

параметрів, ніж зміни середнього клімату [19]. Реакція рослин на зміну клімату залежить від виду рослини та стадії розвитку рослини. Існують видоспецифічні пороги для різних рослин, і їх реакція, така як подовження коренів, порушення кута росту коренів і зниження врожайності, різниться для різних видів рослин [8]. Зі збільшенням вмісту CO_2 в атмосфері було виявлено зниження транспірації рослин, що призвело до підвищення температури повітря на 0,42 ± 0,02 К. Цей непрямий фізіологічний ефект підвищеного CO_2 і прямий радіаційний ефект може збільшити нагрівання поверхні землі на 3,33 ± 0,03 К [18].

Зі зростанням рівня CO_2 очікується, що культури С3 дадуть більше, однак очікується, що потреби у воді для культур С3 і С4 будуть знижені за відсутності стресових умов. Але ці сприятливі наслідки підвищеного CO_2, ймовірно, будуть компенсовані підвищеними температурами та зміною кількості опадів [20].

Прогнозовані зміни клімату, швидше за все, вплинуть на розвиток і виживання патогенів [28,29]. Це збільшить сприйнятливість культури до різних шкідників, хвороб і бур’янів. Прогнозується підвищення врожайності в країнах високих і середніх широт, тоді як прогнозується зниження врожайності в нижчих широтах [32]. Проте є прогнози збільшення втрат на 10–25% через зараження комахами-шкідниками при підвищенні температури на один градус [23].

На забур’яненість посівів також впливає зміна клімату. Бур'яни С3 сильніше реагують на збільшення концентрації CO_2, збільшуючи площу листя та біомасу. Бур'яни С3 є основною проблемою для рослин С4, тоді як бур'яни С4 у рослинах С3 стають менш конкурентоспроможними [22]. Окрім росту бур’янів, зміна клімату також суттєво впливає на ефективність гербіциду, оскільки впливає на спосіб гербіцидної дії [4]. Прогнозується, що зміна клімату

матиме сприятливий вплив на бур’яни посівів пшениці, які є дуже важливими для світової продовольчої безпеки [5].

В Україні континентальний клімат супроводжується спекотним літом і холодною зимою. Кількість опадів поступово зменшується, а температура підвищується з півночі на південь. Як видно на рисунку нижче, кліматичні і ґрунтові умови дозволяють поділити територію України на три основні кліматичні зони, що характеризуються різними екологічними умовами, важливими для сільськогосподарського виробництва: змішаний ліс, лісостеп і степ (рис.1).

Порівняно з чинною кліматичною нормою, щороку середньорічна температура тримається на 1-2 градуси вище норми. За даними Національної академії аграрних наук України, в останні десятиліття межі природно-кліматичних зон країни фактично змістилися на 100-150 км на північ (рис.2).



Рис.1. Межі природних зон України



Рис.2. Зміщення меж природних зон під впливом змін клімату [9]

Умови вегетації у традиційній підзоні північного степу (Дніпропетровська, Кіровоградська й інші області) за останні роки де-факто вже слід відносити до підзони південного степу.

Степова частина України за кліматичним режимом поступово наближається до сухих субтропіків, до якої, наприклад, належить територія Греції. Якщо наявні тенденції зміни клімату збережуться в найближчі 20 років, реальною стане небезпека фактичної втрати для інтенсивного землеробства не тільки зони степу, а й понад половини площ орних земель України. Коливання максимальних температур протягом вегетаційного періоду може унеобхіднювати зрошення навіть тих культур, які раніше цього не потребували (наприклад пшениці), що призведе до значного зростання фінансових витрат. Водночас наслідки змін клімату і зміщення кліматичних зон для аграрного сектору можуть бути також позитивними. Аби дослідити динаміку посівних площ мажоритарних культур, науковці виокремили території, що розташовувалися на перетині зміщених кліматичних зон. На основі статистичних даних і даних супутникового моніторингу було визначено області, для яких характерні найбільші зміни площ посівів основних типів культур (Рис.3).

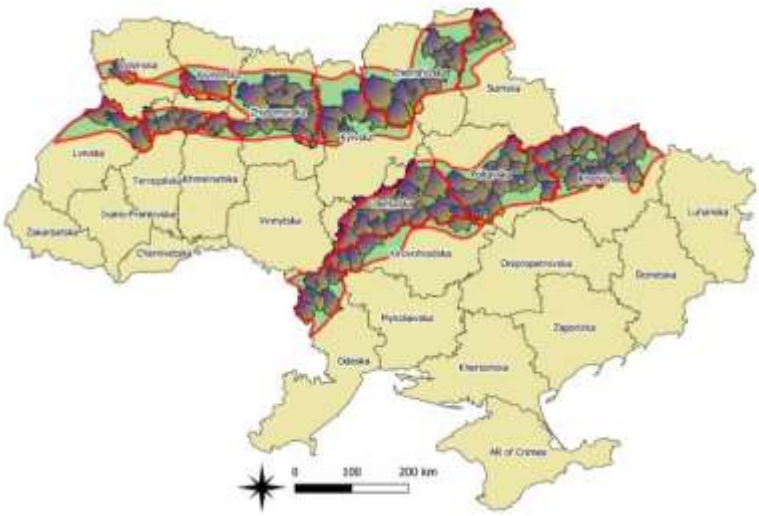


Рис.3. Області, для яких характерні найбільші зміни площ посівів основних типів культур під впливом змін клімату

Проаналізувавши площі за основними культурами на територіях А та В (верхня частина (А) – це зміна полісся на лісостеп, нижня частина (В) – зміна лісостепу на степ), науковці дійшли кількох висновків [3, 12].

По-перше, як видно з рисунку 4, від 1998 року в зоні Полісся значно зросли посівні площі кукурудзи та соняшнику, а саме – на 98843 та 126963 га відповідно, тоді як для степової зони ці значення дорівнюють 361551 і 473044 га.

Раніше агрокліматичні умови не дозволяли використовувати ці культури у зоні Полісся, оскільки вони не встигали дозріти за недостатньої температури. Проте завдяки кліматичним змінам це стало можливим, а в деяких районах навіть Львівської області нині можна отримати два врожаї за сезон з одного поля: під час досліджень було, приміром, виявлено близько 4 тис. га посівної площі, на яких урожай зібрали двічі за сезон.

Хай там як, не слід забувати і про необхідність розгортання систем зрошення. Одним словом, нові виклики – нові задачі. Якщо вчасно про них подумати, Україна зможе знайти собі гідне місце в новому світі.

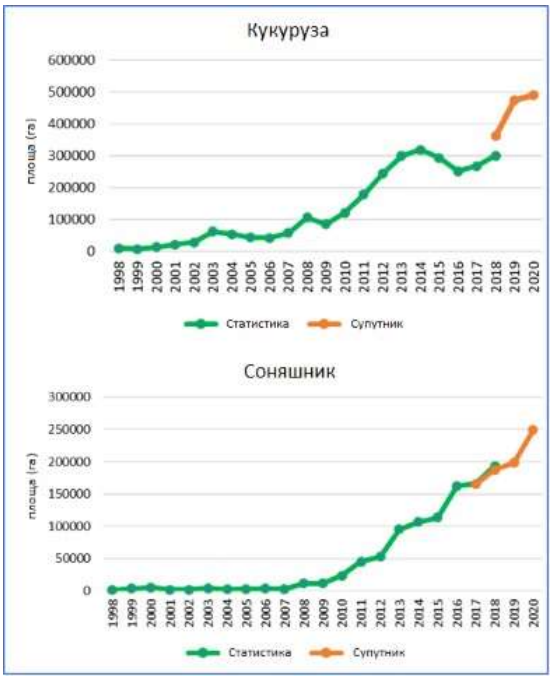


Рис.4. Динаміка змін площ основних культур під впливом змін клімату.

Зрозуміло, що найбільшого впливу через погодні умови і в глобальному сенсі від клімату зазнає галузь рослинництва, оскільки безпосередньо залежить від умов землекористування і навколишнього середовища. Ми спробували дослідити, що саме змінилося у цій сфері в окремих агрокліматичних зонах (рис. 5).

Поділ здійснили дещо умовним шляхом, включивши до відповідних зон окремі області: Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська, Сумська); Лісостеп (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Дніпропетровська, Харківська, Донецька, Луганська); Степ (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Автономна Республіка Крим).

Свою увагу зосередили на структурі посівних площ, оскільки такий показник вважаємо своєрідним індикатором вибору тієї чи іншої стратегії виробництва, а також можливості вирощування тих культур, яким сприяють природно-кліматичні умови [6].

Звичайно, вибір ти чи інших культур залежить не лише від можливостей, наданих природою, а й від економічної необхідності та вигоди. Та все ж, на практиці ведення сільськогосподарського виробництва у структурі посівних площ окремих зон з'являються ті культури, які ще 30 років абсолютно не були притаманними, а в інших навпаки – зникають через унеможливлення їх вирощування загалом або досягнення достатньої продуктивності [10].

Отож, якщо розглянути регіони, які знаходяться у зоні Полісся, то прослідковуються наступні тенденції. За останні 30 років відбулося значне скорочення площ під зерновими колосовими (пшениці – 79,2%, ячмінь – 48,7%) і зернобобовими (15,5%) культурами. Поряд із цим у 10 разів зросли площі під кукурудзою на зерно, а на Житомирщині і Чернігівщині цей показник взагалі сягнув 20 разів. Стосовно технічної групи культур, то збільшення їхньої частки у структурі просто вражає: ріпаку – в 6 разів (Житомирщина – 13,4 рази); соняшнику – в 31,4 рази (Житомирщина – 179,0 рази); сої – в 117,3 рази (Рівненщина – 481,0 рази, Чернігівщина – 429,5 рази).

У регіонах, які належать географічно до Лісостепу, зміни у виробничій програмі, звичайно, менш кардинальні, але теж мають характерні властивості за загальної кліматичної ситуації. Так, у більшості областей поступово зменшується частка зернових злакових культур: пшениці – 9,6%, ячменю – 5,4%. У цій групі простежується тенденція до істотного зниження площ під згаданими культурами у регіонах, які територіально наближені до степової зони [7].

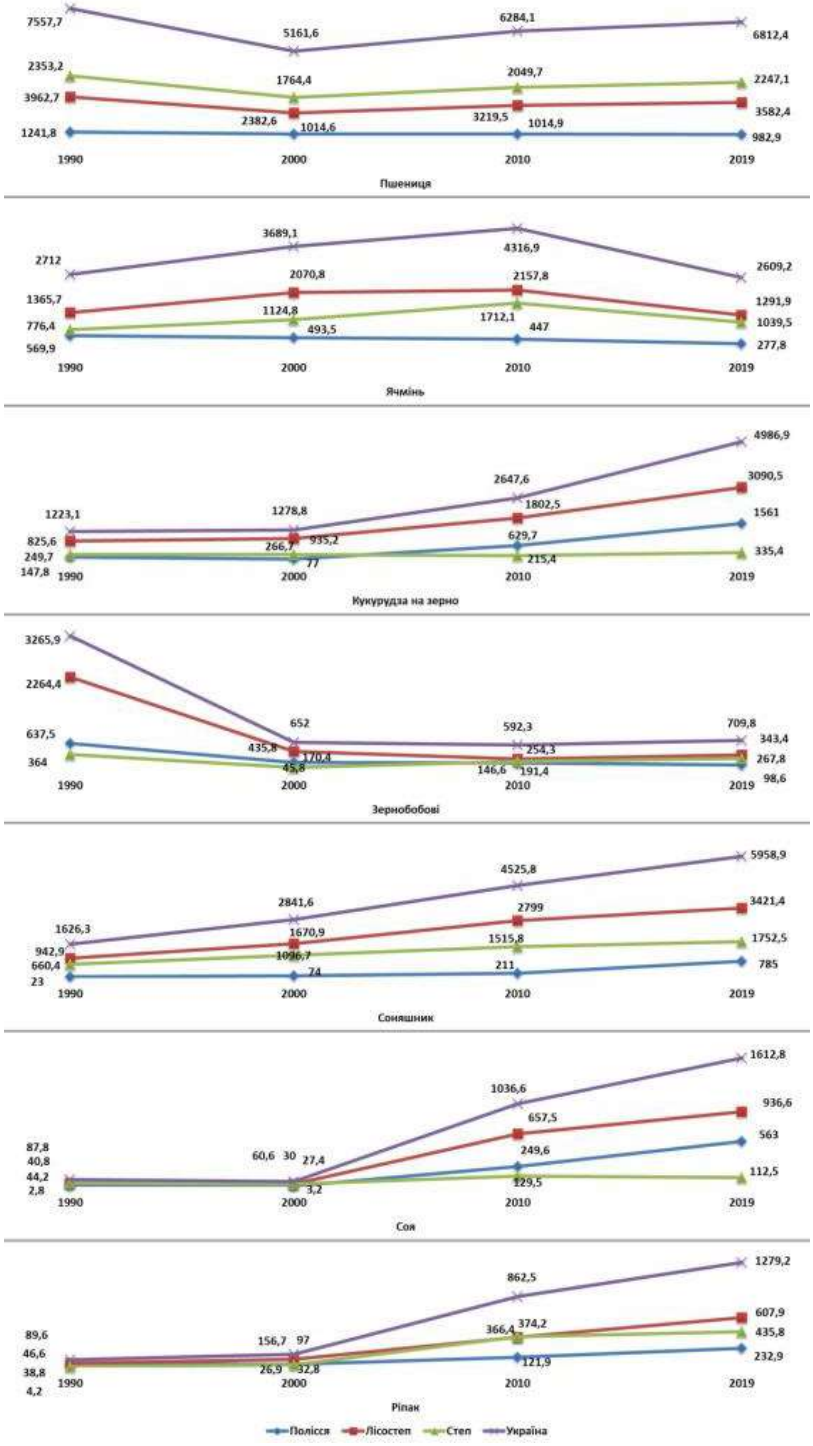


Рис. 5. Зміна структури посівних площ за агрокліматичними зонами

Хоча в північних та західних областях площі навпаки збільшуються. Посіви кукурудзи на зерно постійно зростають і за останні 30 років зросли у 3,7

рази (Львівщина – 7,9 рази, Полтавщина – 6,3 рази). Зернобобові культури зменшилися на 84,2%. Технічна група теж стала «улюбленицею» для фермерів. Частка соняшнику збільшилася у 3,6 рази, при цьому у північних областях зони підвищення сягнуло 350,5 разів – Хмельниччина; 59,9 разів – Тернопільщина, 25 разів – Львівщина, Франківщина, Чернівеччина. Посівні площі під соєю зросли у 22,9 рази (Хмельниччина – 896,5 рази, Львівська – 578,0, Тернопільщина – 450,5 рази). Щодо ріпаку, то площі під цією культурою зросли у 12,5 разів (Кіровоградська – 607,0 рази, Дніпропетровська – 191,3 рази).

Звичайно, зміни погодних умов протягом усього досліджуваного періоду впливали і позитивно, а саме: сприяли підвищенню продуктивності усіх культур (у поєднанні з удосконаленням рівня технічного і технологічного забезпечення); розширили асортимент культур, придатних до вирощування у кожній агрокліматичній зоні; вплинули на зміщення місць вирощування теплолюбних культур на північні території. Разом з тим у південних регіонах все частіше відчуваються негативні наслідки змін клімату, адже тривалі посухи унеможливлюють вирощувати більшість культур через загрозу знищення або критичного зниження врожайності [2].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Межа між лісостеповою і степовою зонами проходить по лінії Котовськ (біля кордону з Молдовою) — Первомайськ — Кіровоград — Кременчук — Красноград — Чугуїв — державний кордон України з Російською Федерацією.

Лісостеп займає близько 34% території України. Це друга за площею (після Степу) природно-географічна зона. Вона має високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, високу розораність земель, значну лісистість, обмежену площу природних сіножатей і пасовищ [35].

Оскільки лісостепова фізико-географічна зона розташована між Поліссям і Степом, то в її північній частині відчувається більший вплив природних компонентів, типових для зони лісів, а на півдні посилюється вплив чинників, властивих степовій зоні.

Загалом природно-географічні умови Лісостепу є найсприятливішими для життя і діяльності людей.

У Лісостепу знаходяться великі площі високопродуктивних чорноземів типових з значним вмістом гумусу (2-6,5%). Український Лісостеп — важливий район вирощування цукрових буряків та озимої пшениці.

У межах лісостепової зони України на значних площах виходять на поверхню чи залягають близько до неї кристалічні породи Українського щита. Велика територія Лівобережного Лісостепу розміщена в межах Дніпровсько-Донецької западини, виповненої осадовими породами, в яких виявлено поклади нафти і природного горючого газу, кам'яної солі [1].

У Лісостепу України багато височинних територій: Подільська, Волинська, Придніпровська і Середньоруська височини. Між Придніпровською низовиною і Середньо-руською височиною знаходиться підвищена Полтавська рівнина. Височинам властиві платоподібні поверхні,

горбогірний рельєф деяких з них (Розточчя, Опілля, Товтри) подекуди нагадує низькогір'я. Окраїнні частини височин і Полтавської рівнини мають розчленований рельєф і добре розвинуту яружно-балкову мережу.

Серед низовинних територій є лише велика Придніпровська низовина, яка займає більшу частину Лівобережного Лісостепу. Вона характеризується рівнинним, слабо-похиленим у бік Дніпра, рельєфом.

Річний радіаційний баланс у лісостеповій зоні становить 1800-1850 МДж/м кв. У межах Лісостепу простежуються деякі кліматичні відмінності з північного заходу на схід і південний схід. Так, пересічна річна температура повітря у Львові, розміщеному на заході лісостепової зони, становить +7,4°С, в Полтаві +6,8, у Харкові +6,7°С. Як бачимо, пересічна річна температура повітря в східному напрямі поступово знижується. Досить помітними є також зміни цього показника між північними і південними частинами зони. У східних районах випадає значно менше опадів (близько 450 мм), ніж у західних (до 750 мм). Вегетаційний період триває 200-210 днів.

Із заходу на схід зменшується густота річкової сітки. Пересічний багаторічний річковий стік у межах лісостепової зони скорочується як у південному, так і в східному напрямах.

У більш зволожених західній і центральній частинах Лісостепу поширені опідзолені (часто оглеєні) ґрунти, опідзолені та деградовані чорноземи, у східних лісостепових районах — чорноземи типові на лесових породах. Опідзолені ґрунти трапляються на невеликих площах. Загалом рівень родючості ґрунтів найвищий у середній і східній частинах Лісостепу.

Основна частина Лісостепу (понад 75%) зайнята сільськогосподарськими угіддями, насамперед орними землями з дуже високою природною родючістю ґрунтів.

Залісненість західної території Лісостепу вища, ніж центральної та східної, і досягає 15%. На крайньому заході та на обмежених площах у Подніпров'ї (на ділянці від Києва до Черкас), а також у долинах річок Псел і Ворскла переважає сосна, у центральній частині — граб, а на Лівобережжі — дуб. У південних і східних районах Лісостепу поширені полезахисні лісові смуги.

Лісостеповій зоні України властиві істотні територіальні відмінності, зумовлені різною висотою поверхні окремих територій над рівнем моря, помітною відмінністю клімату, ґрунтів, рослинності, причому як між південними і північними, так і між східними і західними її частинами. У зв'язку з цим лісостепову зону України поділяють на чотири провінції:

- Західноукраїнську (Західноукраїнський Лісостеп),
- Дністровсько-Дніпровську (Дністровсько-Дніпровський Лісостеп),
- Лівобережно-Дніпровську (Лівобережно-Дніпровський Лісостеп) і
- Середньоруську (Середньоруський Лісостеп).

.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Для систем вирощування сільськогосподарських культур існує багато потенційних способів змінити управління для боротьби з прогнозованими кліматичними та атмосферними змінами (включаючи посилання 21–26). Фермерам, можливо, доведеться враховувати наступні ризики під час адаптації та підвищення стійкості до зміни клімату:

- часті випадки екстремальних погодних умов (таких як посуха, повені, хвилі спеки);

- зниження вологості ґрунту (довше і тепліше літо);

- дефіцит і наявність води (зменшення льодовиків, менший сніговий покрив, менший літній потік води та більше дощів);

- вода може стати більш цінною; тиск на встановлення ціни на воду за її ринковою вартістю може посилитися;

- нові виклики управління, які необхідно подолати (може знадобитися коригувати темпи поголів’я пасовищ);

- змінене землекористування, що призводить до втрати вуглецю (оброблена земля або багаторічні рослини до однорічних культур);

- прискорені вологі та сухі літні цикли внаслідок більш екстремальних погодних явищ;

- витрати на вхідні ресурси можуть зрости (вищі ціни на паливо, добрива та хімікати внаслідок збільшення витрат на енергію та податків на вуглець);

- екстремальні погодні явища можуть збільшити ризик ерозії ґрунту та пошкодження врожаю (страхування врожаю від наслідків);

- збільшення кількості лісових пожеж і, можливо, пожеж трави;

- збільшення зараження шкідниками через більш м’які зими та довший вегетаційний період (що може збільшити потребу в пестицидах);

- зменшення біорізноманіття та зникнення деяких видів [1].

Насправді, усі адаптаційні стратегії можна узагальнити у вигляді таблиці (табл.3.1.)

Таблиця 3.1. Резюме адаптаційних заходів на рівні ферми з позитивним впливом на пом’якшення та біорізноманіття [25, 27].

Адаптовані культури	Використання адаптованих культур може зменшити вплив екстремальних погодних умов (наприклад, морозів) і кліматичних явищ (наприклад, посух). Цей захід має синергію з пом’якшенням наслідків, оскільки накопичення вуглецю в ґрунті може збільшитися. Впровадження нових культур або повернення традиційних культур позитивно впливає на біорізноманіття та екосистемні послуги та збільшує генетичне різноманіття видів, які, у свою чергу, можуть стати більш стійкими до екстремальних погодних і кліматичних умов [11].
Використання покривних культур і штучного покриття ґрунту	Покривні культури та штучні покриви ґрунту можуть значно зменшити ризик деградації ґрунту, що посилюється зміною клімату. Використання покривних культур і штучних ґрунтових покривів також може зменшити кількість необхідних азотних добрив і, у свою чергу, викиди азоту, не використаного попередніми культурами, що може зменшити вимивання нітратів. Покривні культури можуть покращити середовище проживання та різноманітність дикої природи шляхом зменшення ерозії. Використання штучного ґрунтового покриву має обмежуватися матеріалами, які можна переробити, щоб обмежити утилізацію відходів.
Диверсифікація культур і сівозміна	Диверсифікація культур і сівозміна покращують стійкість культур і надають цілий ряд

	екосистемних послуг (ефективний кругообіг поживних речовин, збереження біорізноманіття та покращена якість ґрунту). Тривала сівозміна забезпечує більшу стійкість до зміни клімату, забезпечуючи переваги для навколишнього середовища, включаючи низькі викиди парникових газів.
Відсутній обробіток і мінімальний обробіток	Відсутній або мінімальний обробіток призводить до позитивних змін у властивостях ґрунту, що має значний вплив на підвищення вологості ґрунту. Зберігання вуглецю у верхніх шарах ґрунту може збільшитися. Це також покращує запаси їжі для комах, птахів і дрібних ссавців завдяки більшій доступності пожнивних залишків і насіння бур'янів. Використання цього заходу значною мірою залежить від типу ґрунту та якості ділянки, оскільки деякі ґрунти погано реагують на відсутність або мінімальний обробіток (наприклад, важка глина). Відсутність обробітку ґрунту призводить до збільшення потреби в пестицидах або альтернативних методах боротьби зі шкідниками (наприклад, інтегроване управління шкідниками)[15].
Адаптовані терміни посіву та збору врожаю	Змінюючи строки сівби та збирання врожаю, можна використовувати кращі умови вологості ґрунту. Зберігання вуглецю в ґрунті можна збільшити в результаті підвищення врожайності. Пристосування строків вирощування до змінених кліматичних режимів покращує якість врожаю
Точне землеробство	Точне землеробство (тобто використання сучасних технологій на фермі, використання супутникових даних та інструментів для точної навігації) підвищує ефективність використання вхідних ресурсів, таких як добрива та пестициди, і може зменшити використання води

	та зберегти структуру ґрунту. Цей захід потребує інвестицій у нове обладнання та знання для використання нових технологій [16, 31].
Покращена ефективність поливу	Покращена ефективність зрошення, збір дощової води та повторне використання води зменшує забір води. Це може збільшити накопичення вуглецю в ґрунті за рахунок збільшення врожайності та залишків, а також може покращити якість води, ґрунтові екосистеми та біорізноманіття ґрунту [33].
Покращене управління пасовищами	Покращене управління пасовищами допомагає зменшити процеси деградації та ерозію ґрунту водою та вітром, збільшити біомасу на луках і створити більш стійкі засоби до існування для скотарів. Введення видів трави з більшою продуктивністю може прискорити поглинання атмосферного вуглецю в ґрунтах. Однак додавання азоту часто стимулює викиди закису азоту, і посилене зрошення може вимагати більше енергії. Поліпшені луки та пасовища можуть мати сприятливий вплив на послуги з регулювання клімату через поглинання вуглецю.
Органічне землеробство	Використання органічних добрив в органічному землеробстві сприяє накопиченню органічного вуглецю в ґрунтах. Практика органічного землеробства створює високий рівень органічної речовини в ґрунті. Це збільшує здатність накопичувати воду та підвищує стійкість до посух і повеней [13].

ВИСНОВКИ

Зростає гостра необхідність приділяти більше уваги адаптації сільського господарства до майбутніх змін клімату. Існує багато потенційних варіантів адаптації, доступних на рівні управління, часто варіацій існуючого управління кліматичними ризиками. Посилення заходів з адаптації вимагатиме інтеграції ризику зміни клімату з більш інклюзивною системою управління ризиками, беручи до уваги мінливість клімату, динаміку ринку та конкретні сфери політики.

Найскоріше актуальними будуть наступні стратегії адаптації:

- запровадження методів збереження культур, таких як скорочення обробітку ґрунту та безперервне збирання культур, щоб зменшити споживання палива та покращити проникнення води та кругообіг поживних речовин;

- урізноманітнення культур та сівозмін, щоб включити багаторічні корми, щоб порушити цикли хвороб і шкідників, ефективно використовувати поживні речовини глибокого ґрунту та забезпечити захисний покрив від ерозії, яка може затримувати сніг;

- розроблення перспективного плану управління водними ресурсами;

- відновлення та зберігання водно-болотних угідь для покращення інфільтрації води, поповнення ґрунтових вод, середовища існування дикої природи та поглинання вуглецю ґрунтом;

- підвищення ефективності усіх аспектів управління фермою;

- моніторинг погодних умов, хвороб культур і шкідників, щоб можна було вжити ранніх заходів;

- розроблення плану управління поживними речовинами;

- перегляд стратегії управління ризиками та розроблення відповідного бізнес-плану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптація сільського господарства до зміни клімату. Доступно з: https://www.researchgate.net/publication/5771975_Adapting_Agriculture_to_Climate_Change.

2. Віктор Писаренко, Гліб Лукьяненко, Антоніна Антонець, Павло Писаренко, Володимир Писаренко. Зміна клімату: технологічні аспекти систем землеробства./ http://agrotehnology.com/tochnoe-zemledelie/praktika/zmina-klimatu-tehnologichni-aspekti-sistem-zemlerobstva

3. Галина Трипольська. Як проявляється зміна клімату в Україні?- https://ua.boell.org/uk/2020/06/09/yak-proyavlyaetsya-zmina-klimatu-v-ukraini

4. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. – К. : НІСД, 2020. – 110 с.

5. Зміни клімату та Україна: теорія на практиці. / За матеріалами прес-служби Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО). - https://ns-plus.com.ua/2017/08/08/zminy-klimatu-ta-ukrayina-teoriya-na-praktytsi/

6. Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України. https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=7830

7. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 15 листопада 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2022. – 170 с.

8. Мельніченко Л.В., Петровський В.Г., Вплив змін клімату на агроекосистеми. / Збірник тез III міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. виклики для аграрної науки та освіти», червень 2020 року. Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2020. – 215 с.. – с.с.28-31

9. Карта кліматичних зон України: зміщення на 200 км на північ. / https://landlord.ua/special-projects/nova-karta-klimatychnykh-zon-ukrainy-zmishchennia-na-200-km-na-pivnich/.

10. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. / Укр. гідрометеорол. ж., 2017, №20. – С.С. 61-70.

11. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Вплив змін клімату на продуктивність лучної і степової рослинності в лісостеповій зоні України. /

Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання», 2019, вип.1. – С.С.18-29.

12. Сонько С.П., Максименко Н.В., Пересадько В.А., Суханова І.П., Василенко О.В., Нікітіна О.В. Концепція екологічно-ощадливого землеробства для лісостепової зони. / Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». № 48(2018). – с.с. 161-172. https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-48-14. http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/6657.

13. Сонько С.П., Полторецький С.П., Василенко О.В., Шевченко Н.О. Спеціалізація сільського господарства як рушійна сила еволюційного перетворення неоекології в нооекологію**. /** Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля. – 2019.вип 32. - Харків: Видавництво ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. – С.6-24. https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/15138/14097.

14. Сонько С.П., Панчук В.Ю., Ярошенко І.Ю. Інтерактивна елементарна ГІС «Виробничі типи сільськогосподарських підприємств Черкаської області». / Електр. Розр. - Репозитарій УНУС.2015 http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/374.

15. Abeydeera, L.H.U.W.; Mesthrige, J.W.; Samarasinghalage, T.I. Global research on carbon emissions: A scientometric review. *Sustainability* **2019**, *11*, 3972.

16. Barnes, A., et al., 2019, 'Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems', Environmental Science & Policy 93, pp. 66-74.

17. Betts, R.A.; Alfieri, L.; Bradshaw, C.; Caeser, J.; Feyen, L.; Friedlingstein, P.; Gohar, L.; Koutroulis, A.; Lewis, K.; Morfopoulos, C.; et al. Changes in climate extremes, fresh water availability and vulnerability to food insecurity projected at 1.5 °C and 2 °C global warming with a higher-resolution global climate model. *Phil. Trans. R. Soc. A* **2018**, *376*, 20160452.

18. Ciscar, J. C., et al., 2018, Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project, JRC Science for Policy Report, Publications Office of the European Union, Luxembourg (http://doi.org/10.2760/93257) accessed 29 November 2018.

19. Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. / European Environment Agency, 2019 — 108 pp.

20. Committee on Climate Change, 2018, Land use: Reducing emissions and preparing for climate change, Committee on Climate Change, London (https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2018/11/Land-use-Reducing-emissions- and-preparing-for-climate-change-CCC-2018.pdf).

21. Cox, C.A.; Tewksbury, J.J.; Tigchelaar, M.; Battisti, D.S.; Merrill, S.C.; Huey, R.B.; Naylor, R. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* **2018**, *361*, 916–919.

22. Fargnoli, M.; Lombardi, M. Safety vision of Agricultural tractors: An engineering perspective based on recent studies (2009–2019). *Safety* **2020**, *6*, 1.

23. IPCC, 2019, Climate Change and Land. Summary for Policy Makers, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland (https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/) accessed 8 August 2019.

24. Kukal, M.S.; Irmak, S. Climate-driven crop yield and yield variability and climate change impacts on the U.S. great plains agricultural production. *Sci. Rep.* **2018**, *8*, 1–18.

25. Liu, L.; Basso, B. Impacts of climate variability and adaptation strategies on crop yields and soil organic carbon in US Midwest. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0225433.

26. Malhi, G.S.; Kaur, M.; Kaushik, P.; Alyemeni, M.N.; Alsahli, A.; Ahmad, P. Arbuscular mycorrhiza in combating abiotic stresses in vegetables: An eco-friendly approach. *Saudi J. Biol. Sci.* **2020**.

27. Malhi, G.S.; Kaur, M.; Kaushik, P. Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. *Sustainability* **2021**, *13*, 1318. https://doi.org/10.3390/su13031318

28. Ray, D.K.; West, P.C.; Clark, M.; Gerber, J.S.; Prishchepov, V.; Chatterjee, S. Climate change has likely already affected global food production. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0217148.

29. Roesch-McNally, G. E., et al., 2018, 'Barriers to implementing climate resilient agricultural strategies: The case of crop diversification in the U.S. corn belt', Global Environmental Change 48, pp. 206-2015.

30. Shrestha, S. Effects of climate change in Agricultural Insect Pest. *Acta Scient. Agric.* **2019**, *3*, 74–80.

31. Soto, I., et al., 2019, The contribution of precision agriculture technologies to farm productivity and the mitigation of greenhouse gas emissions in the EU, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

32. Wiréhn, 2018, 'Nordic agriculture under climate change: A systematic review of challenges, opportunities and adaptation strategies for crop production', Land Use Policy 77, pp. 63-74.

33. Zaveri, E.; Russ, J.; Damania, R. Rainfall anomalies are a significant driver of cropland expansion. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2020**, *117*, 10225–10233.

34. https://ecology.udau.edu.ua/ua/international-project.html

35. https://geoknigi.com/book_view.php?id=811