

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра агрометеорології та агроєкології

## Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

### АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕТАЛОННИХ ВРОЖАЇВ СОНЯШНИКУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

### AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF REFERENCE YIELDS OF SUNFLOWER THE VINNITSA OBLAST

Виконав: здобувач денної форми навчання  
спеціальності 101 «Екологія»  
Освітньо-професійна програма Екологія, охорона  
навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування

Шаре Байрам

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н., доц. Кирнасівська Н.В.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Волошина О.В.  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:  
Протокол засідання кафедри  
агрометеорології та агроєкології  
№ \_\_\_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2025 р.

Завідувачка кафедри  
Оксана ВОЛЬВАЧ  
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 1  
протокол № \_\_ від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2025 р.

Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

Олена НІКІПЕЛОВА  
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2025

**АНОТАЦІЯ**  
**на кваліфікаційну роботу бакалавра**  
**за темою "Агроекологічна оцінка еталонних врожаїв соняшнику**  
**у Вінницькій області"**  
студента 4-го року навчання  
**Шаре Байрам**

Однією з основних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання кліматичних ресурсів. В цьому аспекті вивчення кліматичної забезпеченості формування врожаю сільськогосподарських культур, в тому числі соняшнику, має важливе наукове і практичне значення. Для підвищення ефективності обслуговування сільськогосподарського виробництва даними про клімат необхідні також дослідження впливу сформованих та очікуваних агрометеорологічних умов на продуктивність різних сортів і гібридів основних сільськогосподарських культур.

Протягом останніх 20 років в Україні площі під соняшником вирости вдвічі, а динаміка врожайності в умовах значного впливу погодного фактору та низького рівня внесення мінеральних добрив є нестабільною. Однак у останнє десятиліття врожайність демонструє стійку тенденцію до зростання. Середня врожайність соняшнику в Україні у 2024 році становила близько 2,06 т/га. Зокрема у Вінницькій області у 2024 році було зібрано соняшнику 2,7 т/га, вона є високою на рівні інших областей, але нижчою за попередні роки через посуху. Агрокліматичні ресурси Вінницької області, в якій поступово підвищуються температурами та надходження фотосинтетично активної радіації з півночі на південь, є перспективними для вирощування соняшнику. Разом із цим зміни клімату та нерівномірність волого- й теплозабезпечення ставлять нові вимоги до селекції і технології вирощування культури, що актуалізує агроекологічну оцінку еталонних урожаїв.

Тому основним завданням землеробства є розробка і впровадження нових методів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі соняшнику. В останні роки вчені займаються програмуванням урожаїв.

Мета даної кваліфікаційної роботи – виконати агроекологічну оцінку земель досліджуваної території та оцінити формування потенційної та дійсно можливої урожайності соняшнику на території Вінницької області при різних значеннях ККД використання ФАР посівами.

Об'єктом дослідження є агрокліматичні ресурси території Вінницької області. Предметом дослідження - зміна урожайності соняшнику на території Вінницької області за сучасних агрокліматичних умов.

При виконанні роботи використовувалися: класичні методи обробки агрокліматичної інформації, фізико – статистична модель «клімат-урожай».

В результаті виконання кваліфікаційної роботи дана агроекологічна оцінка сільськогосподарських угідь Немирівської ОТГ та визначені агрокліматичні умови щодо формування продуктивності соняшнику на території Вінницької області.

Структура і обсяг роботи: 68 – сторінок, 15 - таблиць; 6 - рисунки, 29- літературних джерела.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** соняшник, агроекологічна оцінка, урожайність, радіаційно-теплові ресурси, потенційна урожайність, дійсно-можлива урожайність, агрокліматичні умови.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	7
2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ ВІННИЧИНИ	14
2.1 Існуючі методи агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення	16
2.1.1 Методика проведення дослідження	19
2.2 Агроекологічна оцінка угідь на прикладі Немирівської територіальної громади	26
3 АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕТАЛОННИХ ВРОЖАЇВ СОНЯШНИКУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	38
3.1 Екологічні умови росту і розвитку соняшнику	38
3.2 Фізико-статистичні моделі «Клімат-урожай» різної складності	42
3.3 Агроекологічна оцінка еталонних врожаїв соняшнику у Вінницькій області	47
3.3.1 Методика розрахунків та оцінка сумарної сонячної радіації і ФАР	47
3.3.2 Оцінка агроекологічних категорій врожайності соняшнику в Вінницькій області	51
3.4 Оцінка ступеню ефективності вирощування соняшнику в Вінницькій області	59
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	67

## ВСТУП

В Україні, як і в більшості розвинених країн світу, економічне зростання нерідко супроводжується порушенням природної рівноваги. Значну роль у деградації та забрудненні довкілля відіграє агропромисловий комплекс. Враховуючи сучасні тенденції у сфері сільського господарства та спираючись на принципи, проголошені на конференції в Ріо, українські науковці розробили Концепцію сталого розвитку агроecosистем України [1].

Землекористування в Україні характеризується надзвичайно високим рівнем сільськогосподарського освоєння території, зокрема розораністю, яка майже не має аналогів у світі. Проведення земельної реформи спричинило перехід аграрної сфери до системи приватно-орендних відносин.

У таких умовах формування агроландшафтів призводить до зниження екологічної стійкості територій та погіршення їх продуктивності. Однією з ключових передумов забезпечення сталості агроландшафтів є встановлення оптимального балансу між сільськогосподарськими угіддями, лісонасадженнями, луками та іншими видами землекористування.

Соняшник – одна з найважливіших олійних культур в Україні, що має стратегічне значення як для національної, так і світової продовольчої безпеки. Завдяки високому вмісту олії в насінні (до 50–54 %), невибагливості до умов вирощування та важливості для аграрного експорту, соняшник традиційно займає значну частину посівних площ України, зокрема, забезпечує понад 40 % світового ринку соняшникової олії. Середня врожайність соняшнику в Україні у 2024 році становила близько 2,06 т/га. При цьому в окремих регіонах показники значно відрізняються – від 0,85–1,1 т/га на Півдні (Херсонщина, Миколаївщина) до 3,0–3,3 т/га у Тернопільській і Хмельницькій областях. Зокрема у Вінницькій області у 2024 році було зібрано соняшнику 2,7 т/га, вона є високою на рівні інших областей, але нижчою за попередні роки через посуху.

Агрокліматичні ресурси Вінницької області, в якій поступово підвищуються температурами та надходження фотосинтетично активної радіації з півночі на південь, є перспективними для вирощування соняшнику. Разом із цим зміни клімату та нерівномірність волого- й теплозабезпечення ставлять нові вимоги до селекції і технології вирощування культури, що актуалізує агроєкологічну оцінку еталонних урожаїв.

В умовах глобальних змін клімату та коливань врожайності, системний підхід до оцінки потенціалу соняшнику на рівні території є важливим напрямом підвищення продуктивності та стійкості агросистем.

Враховуючи все вище зазначене в даній кваліфікаційній роботі бакалавра поставлені і вирішуються такі завдання:

1. Надати характеристику агрокліматичних ресурсів Вінницької області
2. Провести аналіз літературних джерел і вивчити екологічні умову для росту і розвитку культури соняшник.
3. Ознайомитися з існуючими методи агроєкологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення
4. Виконати агроєкологічну оцінку угідь на прикладі Немирівської територіальної громади
6. За допомогою фізико-статистичні моделі «Клімат-урожай» виконати агроєкологічну оцінку еталонних врожаїв соняшнику у Вінницькій області
7. Оцінити ступень ефективності вирощування соняшнику в Вінницькій області

При вирішені даних завдань в бакалаврській кваліфікаційній роботі використовувалися: 1) середні багаторічні агрокліматичні дані з довідника за 1986-2005 рр. [28] Вінницькій області; 2) статистичні дані по врожайності соняшнику в Вінницькій області [29]; 3) дані програми соціально-

економічного та культурного розвитку Немирівської ОТГ на 2024 р.; 4) дані екологічного паспорту Вінницької області (2024 р.).

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Клімат Вінниччини помірно-континентальний, як і на більшій частині території Правобережного Лісостепу України. Для нього характерні тривале, неспекотне літо з достатньою кількістю вологи та порівняно коротка м'яка зима.

За своїм географічним положенням територія Вінницької області знаходиться у сфері впливу насичених вологою повітряних мас, що йдуть з Атлантичного океану, та периферичної частини сибірського (азіатського) антициклону, для якого типовими є сухі, холодні континентальні повітряні маси. На клімат області впливають також повітряні маси з Арктики та Середземномор'я.

Вінниччина, як і вся Україна, розташована у помірному поясі.

Обласний центр - м. Вінниця - знаходиться під  $49^\circ$  північної широти, тобто віддалений від екватора на  $49^\circ$ , а від Північного полюса - на  $41^\circ$ . Місто розташоване на північ від Північного тропіка на  $26^\circ$  і на південь від Північного полярного кола на  $17^\circ$ . Отже, саме географічне розташування середніх широтах визначає помірність клімату області.

Влітку на території області, як і всього Поділля, переважають вологі вітри західного та північно-західного румбів. Вони найбільше впливають на кліматичні умови районів, що розташовані на північний захід від лінії Могилів-Подільський – Гайсин. У холодну пору року (з жовтня до квітня) на території області, що пролягає на південний схід від цієї лінії, відчутний вплив сибірського антициклону з вітрами південних та південно-східних румбів.

Найхолоднішим місяцем у всій області є січень, найтеплішим – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують  $25^\circ\text{C}$ . Під впливом континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку

температура повітря окремі дні знижується до  $-30^{\circ}\dots-36^{\circ}\text{C}$ . Влітку температура підвищується до  $+39^{\circ}\text{C}$  (табл. 1.1).

Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. У грудні - лютому випадає від 65 до 80 мм. Середньорічні суми опадів на території області становлять 440 – 590 мм. На холодну пору року припадає 20-25% річної суми опадів (рис. 1.1) [2].



Рисунок 1.1 – Середньорічна сума опадів, мм

Таблиця 1.1 – Температура повітря (°C) по місяцях та за рік

Показник	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<b>По області</b>													
Середня	-3,5	-2,4	1,8	8,8	14,7	17,7	19,9	18,9	13,6	8,0	1,9	-2,9	8,0
Абсолютний максимум	14,1	23,7	25,3	28,5	34,4	35,4	39,5	39,0	33,6	30,3	23,7	15,5	39,5
Рік	2005	1990	1990	2003	1996	1996	1995	2000	1992	2001	1994	1995	1995
Абсолютний мінімум	-35,6	-28,8	-24,2	-8,6	-5,0	2,0	5,5	4,0	-3,0	-10,2	-23,5	-30,1	-35,6
Рік	1987	2005	1987	2004	1999	2001	1987	1987	1986	1988	1999	1998	1987

Таблиця 1.2 – Кількість опадів (мм) по місяцях, періодах та за рік

Показник	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
<b>По області</b>															
Середня	31	30	30	47	53	87	87	77	60	34	42	36	169	445	614
Найбільша	68	67	71	102	156	217	261	246	237	127	95	81	284	704	868
Рік	1987	1999	2001	1996	2005	1989	2003	2004	1996	1998	2001	1997	1999-2000	1998	1996
Найменша	3	8	1	9	1	11	10	6	1	0	9	7	59	247	379
Рік	1990	2002	1991	2003	1986	2004	1995	2001	2005	2000	1991	2002	1989-1990	1990	1986

Найбільше опадів буває на північному заході області. З просуванням на південний схід річна сума опадів поступово зменшується. Вже у Тульчинському та Гайсинському районах їх випадає приблизно 450 мм, а на крайньому півдні області – менше 450 мм, тобто 2/3 суми опадів, що бувають на північний захід (табл. 1.2) [2].

Вночі та вранці бувають тумани. Найчастіше вони виникають у пониженнях рельєфу – в балках, низовинах, долинах річок. Тумани у весняні та осінні місяці внаслідок конденсації дають іноді за добу до 0,5 – 1 мм опадів.

Влітку досить часті сильні роси. Як і тумани, найбільші роси випадають у долинах річок.

Перехід від однієї пори року до іншого відбувається поступово. Стійкий перехід середньої добової температури через 0 °С є початком весни на території Вінницької області. Це найчастіше буває у другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними особливостями весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходять стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря до 13-ї години досягає +10 ... +13 °. Перехід середньої добової температури повітря через +5 ° відбувається у першій декаді квітня, а через +10 ° - наприкінці третьої декади [2].

Встановлення теплої погоди та припинення нічних заморозків – такі умови переходу весни до літа. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня. У цей час випадає найбільше дощів, переважно у вигляді злив. Кількість днів із опадами поступово зменшується з наближенням осені .

Температура повітря до 13-ї години досягає в травні +18...+20 °С, у червні – серпні +21...+25 °С. Літні максимальні температури досягають у липні та серпні +35...+39 °С (рис.1.2) [2].

Осінь настає з переходом середньодобової температури повітря через +10 °С в бік зниження. Перед цим близько місяця тепла погода. Настання

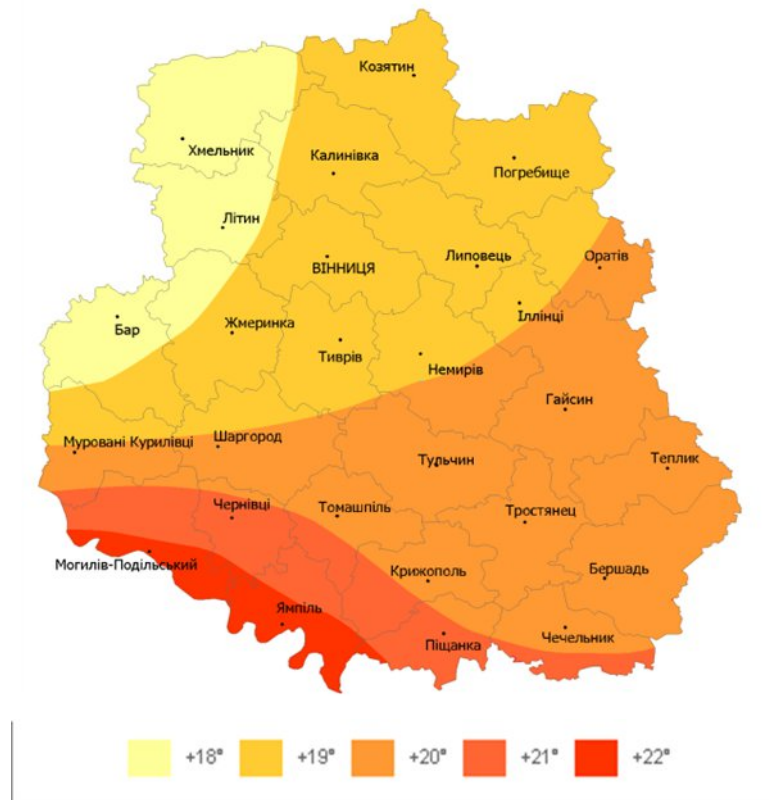


Рисунок 1.2 – Літні температури, °С

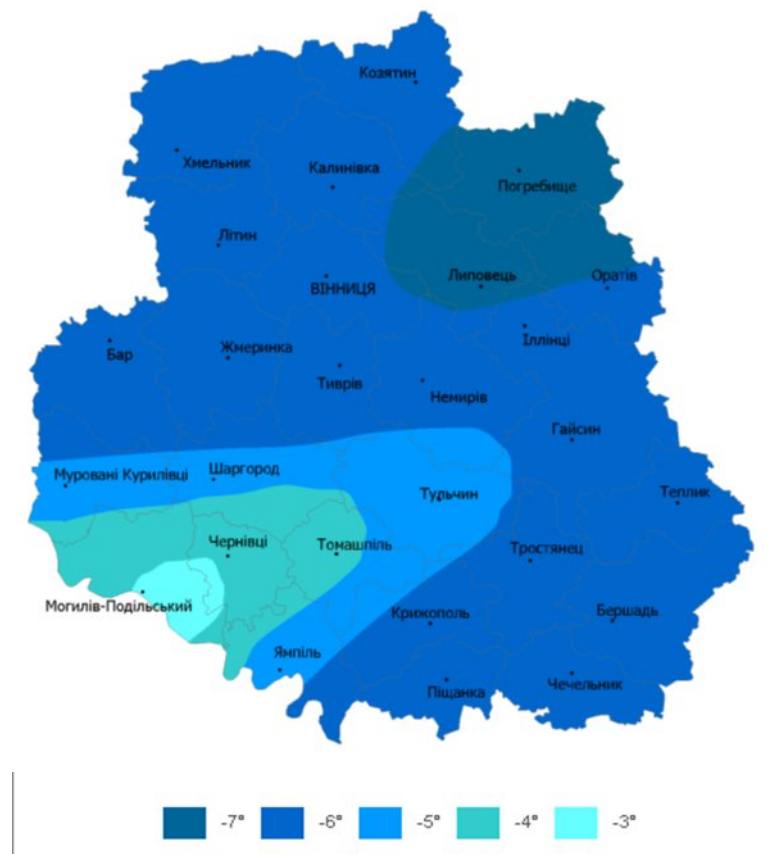


Рисунок 1.3 – Зимові температури, °С

осені (перша декада жовтня) супроводжується заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною особливістю осені Вінниччини є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується наприкінці листопада, коли середні добові температури повітря переходять через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  у бік зниження.

Перед настанням зими на території області середні добові температури скрізь нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , але вище  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На початок зими стоїть нестійка погода: морозні дні змінюються відлигою, неодноразово виходить і сходить сніговий покрив. Відлиги під час зими є характерними для Вінниччини, а температура повітря іноді підвищується до  $+10\dots+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Найхолодніші місяці в області — січень та лютий (рис 1.3) [2].

У межах області можна спостерігати деякі кліматичні відмінності.

Континентальність клімату посилюється з північного заходу на південний схід. Кліматороздільна лінія Могилів-Подільський – Гайсин майже збігається з барометричною віссю.

Північно-західні райони характеризуються більш тривалою зимою, менш коротким прохолодним літом, великою кількістю опадів та їх рівномірним розподілом протягом року, порівняно меншими річними амплітудами температур, інтенсивною хмарністю та вітрами північно-західних румбів.

Південні райони області зазнають значного впливу континентальних повітряних мас. Опади бувають переважно на початку літа, переважно у вигляді злив. Вітри південно-східного напрямку приносять у ці райони різке похолодання взимку та посуху влітку.

Загалом клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва. Тривале, тепле, досить вологе літо, рання весна, суха осінь, зима з помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на зростання зернових, технічних та садових культур, винограду.

Область достатньо забезпечена водними ресурсами. Найбільше значення у водному господарстві відіграє річка Південний Буг (протяжність – 317 км) і р. Дністер (201 км).

Одним із головних скарбів області є ґрунти. Переважають такі типи ґрунтів, як чорноземи, які займають біля 42% території і сірі опідзолени – 50%. Лісова рослинність займає біля 13% відсотків території області.

Вінницька область має значний природно-ресурсний потенціал, який сприяє розвитку багатогалузевого господарства.

За агрокліматичним районуванням територію області поділено на 2 райони:

I - помірного теплозабезпечення і достатнього зволоження (охоплює північну і частково центральну частину області з гідротермічним коефіцієнтом 1.4-1.6).

II - достатнього теплозабезпечення і достатнього зволоження (займає південні райони Придністров'я та південно-східні райони області з гідротермічним коефіцієнтом 1.2-1.3) [2].

## 2 АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ ВІННИЧИНИ

Еколого-господарський баланс території передбачає гармонійне співвідношення різних типів земельних угідь, що забезпечує стійкість ландшафтних систем [3]. Методологічною основою для оцінки агроекологічного стану земель є системний підхід, який включає добір відповідних критеріїв та сукупності показників [4].

Як уже зазначалося, Україна вирізняється високим рівнем сільськогосподарського освоєння територій. Однак відсутність належного наукового обґрунтування земельної реформи зумовила виникнення нових викликів у сфері землекористування. Зокрема, загострилися процеси опустелювання та деградації земель. Виснаження ґрунтів спричиняє посилення ерозійних процесів, а також призводить до утворення від'ємного балансу основних біогенних елементів і вуглецю [5].

Агроекологічна оцінка земель забезпечує науково обґрунтоване використання кожної агроекологічної групи з урахуванням кліматичних, літологічних, геоморфологічних і ґрунтових умов, а також вимог районованих сільськогосподарських культур у межах відповідних природно-кліматичних зон.

Екологічні вимоги є настільки важливими, що ігнорування їх унеможлиблює досягнення справжньої економічної ефективності аграрного виробництва. Рівень продуктивності та темпи розвитку сільського господарства безпосередньо залежать від стану ґрунтів і правильної організації заходів щодо їх охорони та відновлення.

Незважаючи на це, нинішній стан сільськогосподарських земель в Україні залишається незадовільним, що створює загрозу для сталого розвитку аграрної галузі.

Агроекологічна оцінка – це процес визначення якості ґрунтів з урахуванням екологічних і господарських параметрів. Вона полягає в

зіставленні вимог сільськогосподарських культур до умов вирощування з реальними агроекологічними характеристиками конкретної території.

По суті, агроекологічна оцінка – це визначення рівня родючості земель та їхньої придатності для вирощування певних культур. Вона дає змогу оцінити доцільність і ефективність обробітку тієї чи іншої культури на конкретній ділянці.

Без такої оцінки агровиробник ризикує засіяти поля культурами, які не пристосовані до наявних умов, що призводить до зниження врожайності й економічних втрат.

Серед основних показників, які враховуються під час агроекологічної оцінки земельної ділянки, важливу роль відіграють тип ґрунтів, геоморфологічні особливості території та глибина залягання ґрунтових вод.

Агроекологічна оцінка певною мірою корелює з іншими видами оцінювання, зокрема:

- економічною (визначення вартості землі, прибутковості з гектара тощо),
- соціально-екологічною (вплив умов землекористування на якість життя населення),
- еколого-економічною (аналіз збитків, спричинених деградацією земель) [6].

Застосування системного підходу в агроекологічній практиці передбачає використання сучасних науково-теоретичних та методологічних напрацювань у сфері сільськогосподарської екології. Зокрема, використовуються дані:

- агроекологічного моніторингу,
- суцільного ґрунтово-агрохімічного обстеження сільськогосподарських угідь,
- еколого-агрохімічної паспортизації полів,
- моніторингу радіонуклідів, важких металів і пестицидів.

Усі дослідження базуються на достовірній інформації з довідкових джерел, нормативно-правових документів, державних і галузевих стандартів, методичних рекомендацій та оціночних шкал, що відповідають сучасним європейським вимогам.

## **2.1 Існуючі методи агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення**

Для кількісного визначення інтенсивності використання земельних угідь – зокрема за ступенем трансформації ландшафтів та рівнем антропогенного впливу – розроблено низку методик. Найпоширенішими з них є ті, що базуються на розрахунку співвідношення між природними та господарсько зміненими ландшафтами шляхом обчислення відповідних коефіцієнтів [7, 8].

У наукових дослідженнях із землевпорядкування антропогенне навантаження на земельні ресурси також оцінюють за такими показниками, як:

- частка ерозійно-небезпечних площ у структурі сільськогосподарських угідь,
- питома вага деградованих земель у складі земельного фонду,
- співвідношення несільськогосподарського землекористування до інших видів,
- кількість сільськогосподарських угідь та ріллі на одну особу,
- рівень сільськогосподарського освоєння та розораності території.

Згідно з концепцією еколого-господарського балансу, кількісне вираження антропогенного перетворення ландшафтів і особливостей структури землекористування здійснюється за допомогою коефіцієнтів абсолютної та відносної напруженості екологічного стану території. Вони відображають співвідношення між площами земель з високим і низьким рівнем антропогенного навантаження.

На основі цих коефіцієнтів визначають території з різним ступенем антропогенної трансформації та екологічної стійкості. Оскільки на сільськогосподарські землі зазвичай одночасно впливає кілька видів навантаження, концепція передбачає також використання показника інтегрального навантаження. Він розраховується як співвідношення добутку балів за всіма видами навантаження до кількості цих видів.

Водночас концепція еколого-господарського балансу не охоплює всіх аспектів просторової організації території, тому її слід доповнювати додатковими показниками. Зокрема, для потреб землевпорядкування доцільно враховувати аналіз динаміки структурних змін у землекористуванні, що дозволяє краще оцінити довгострокові тенденції трансформації земельного фонду.

До антропогенно трансформованих територій, створених із метою підвищення біологічної або господарської продуктивності природних комплексів, належать землі, на яких порушено екологічну рівновагу внаслідок людської діяльності. Ступінь таких перетворень може варіюватися – від помірного до радикального – і мати різну спрямованість: від підвищення продуктивності до повного виснаження чи опустелювання територій.

Як зазначає М.Ф. Реймерс (1994) «для різних природних зон встановлено оптимально допустимі співвідношення між площею перетворених та природних екосистем, які дозволяють зберігати екологічну рівновагу. Зокрема, для зони мішаних лісів (Полісся) рекомендоване співвідношення становить 65–70% трансформованих екосистем проти 30–35% природних. У Лісостепу цей показник становить відповідно 60–65% і 35–40%».

Проте, на думку окремих дослідників, зазначені нормативи, особливо для Полісся, є завищеними порівняно з іншими науково обґрунтованими рекомендаціями щодо оптимального балансу між природними й трансформованими ландшафтами.

Проблеми екологічної стійкості територій та підвищення ефективності використання земельних ресурсів досліджували Третяк А. М., Сохнич А. Я., Данилишин Б. М., Дорогунцов С. І., Собка О. О., Медведєв В. В. та інші вчені [10–12]. У своїх працях вони розробили критерії та системи показників економічної, екологічної й соціальної ефективності використання земель, ландшафтів і ґрунтів, а також запропонували напрями для їх більш раціонального використання.

Окрему увагу агроекологічному стану земель, наприклад Київщини, приділили Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П., Мельник Г. Г., Макаренко Н. А. та інші дослідники. Вони провели екологічну оцінку сучасних систем землекористування Київської області [13, 14].

На сьогодні наукові дослідження в цьому напрямі тривають, зокрема із застосуванням новітніх методик оцінювання агроекологічного стану територій.

Жодна природна система не володіє абсолютною стійкістю до техногенного впливу. Саме тому надзвичайно актуальним є оцінювання здатності її окремих компонентів – біоти, повітря, води, а особливо ґрунтів – зберігати свої початкові властивості під впливом антропогенних факторів.

Ґрунт виступає ключовим елементом природної системи, який значною мірою визначає її стабільність або вразливість. Як влучно зазначив В. В. Докучаєв, ґрунт є «дзеркалом ландшафту» – суттєвим, функціонально активним і водночас еволюційно змінним його компонентом. Завдяки ієрархічній структурі ландшафтів, ґрунт легко виокремлюється як самостійний об'єкт екологічного аналізу, що є особливо важливим у контексті пошуку концептуальних засад культурного землекористування.

У центрі таких досліджень – питання збереження та підвищення родючості ґрунтів. Ця властивість є визначальною для продуктивності земель, їх господарської цінності та економічної оцінки [15].

### 2.1.1. Методика проведення дослідження

Для оцінки екологічної стабільності території землекористування та визначення рівня антропогенного впливу на довкілля застосуємо методику, що поєднує кількісні та якісні показники всіх компонентів ландшафту. Це зумовлено тим, що сучасні агроландшафти включають як біотичні, так і абіотичні елементи, взаємодія й пропорція яких визначає загальну стабільність або нестійкість ландшафту.

Оцінювання екологічної стабільності землекористування може здійснюватися шляхом розрахунку коефіцієнта екологічної стабільності ( $K_{ec}$ ), який виступає одним із ключових показників ефективного використання земельних ресурсів. Вважається, що землекористування перебуває у середньостабільному стані, якщо значення цього коефіцієнта знаходиться в межах 0,51–0,67, які доцільно розглядати як порогові [15].

За інформацією Міністерства екології та природних ресурсів України, упродовж останніх років загальний рівень екологічної стабільності землекористування в Україні залишається стабільно нестійким і становить 0,41. При цьому в регіональному розрізі спостерігається суттєва варіативність: найвищий показник зафіксовано в Закарпатській області (0,74), тоді як найнижчі значення – у Дніпропетровській, Запорізькій та Миколаївській областях (0,28).

Отже, коефіцієнт екологічної стабільності ( $K_{ec}$ ) враховує екологічні властивості різних типів угідь, та розраховуються за формулою:

$$K_{ec} = \frac{\sum P_i \cdot K_{eci} \cdot K_{pi}}{\sum P_i} \quad (2.1)$$

де  $P_i$  – площа  $i$ -го виду угідь, га;

$K_{eci}$  - коефіцієнт, що характеризує екологічну стабільність  $i$ -го виду угідь;

$K_{pi}$  - коефіцієнт, що характеризує морфологічну стабільність рельєфу за  $i$ -

м класом земель; для стабільних територій (сіножаті, пасовища, чагарники, ліси, болота)  $K_p = 1,0$ , для нестабільних територій (рілля, городи, багаторічні насадження)  $K_p = 0,7$ .

За розрахунками І. Риторські та Е. Гойке,  $K_{eci}$  наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Коефіцієнти оцінки екологічних властивостей земельних угідь

Земельне угіддя	Коефіцієнт екологічної стабільності території, $K_{eci}$
Забудовані землі і дороги	0,0
Рілля	0,14
Виноградник	0,29
Лісові смуги	0,38
Багаторічні насадження	0,43
Город	0,50
Сіножать	0,62
Пасовище	0,68
Стави і болота	0,79
Ліс	1,0

Якщо  $K_{ec} < 0,33$ , то територія екологічно нестабільна, при  $K_{ec} = 0,34...0,50$  – нестійка екологічна стабільність,  $K_{ec} = 0,34...0,66$  – середня екологічна стабільність, при  $K_{ec} > 0,67$  – територія екологічно стабільна.

Одним із ключових показників, що відображає рівень антропогенного впливу на екосистеми, є коефіцієнт антропогенного навантаження. Території, для яких значення цього коефіцієнта знаходяться в межах 3,1–3,5, вважаються такими, що зазнають помірного впливу, тому зазначений інтервал доцільно розглядати як пороговий [16].

За даними на 2011 рік, середнє значення коефіцієнта антропогенного навантаження в Україні становило 3,42 бали, що свідчить про високий рівень тиску людської діяльності на навколишнє природне середовище.

Отже, коефіцієнт антропогенного навантаження ( $K_{ан}$ ) базується на бальній оцінці ступеня впливу кожного типу угідь на досліджувану територію та розраховується за формулою:

$$K_{ан} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ес} S'_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2.2)$$

де,  $K_{ес}$  – коефіцієнт екологічної стабільності території;  $K_c$  – коефіцієнт екологічних властивостей різних угідь;  $S'$  – площа конкретного угіддя;  $S$  – загальна площа усіх угідь районів;  $K_{ан}$  – коефіцієнт антропогенного навантаження;  $B$  – бал антропогенного навантаження.

Відповідно до [15], землі промисловості, транспорту, населених пунктів отримують бал антропогенного навантаження рівний 5 балів; орні землі, багаторічні насадження – 4; природні кормові угіддя, залужені балки – 3; лісосмуги, чагарники, ліси, болота, землі під водою – 2; заповідники – 1 бал.

У залежності від одержаних значень  $K_{ес}$  та  $K_{ан}$  визначається стан екологічної стабільності території та рівень антропогенного навантаження на земельні ресурси за модифікованою шкалою (табл. 2.2).

Слід сюди додати, що екологічний стан територій за рекомендаціями ДП «Головний науково- дослідний та проектний Інститут землеустрою» [15] можна оцінювати також за:

- оцінкою екологічного стану ландшафтів, яка виконується за мірою зрушення рівноваги у співвідношенні основних типів угідь. При цьому використовуються такі позначки  $P$  – рілля,  $ЕСУ$  – сумарна площа природних компонентів ландшафту та їх співвідношення( $P/ЕСУ$ );

Таблиця 2.2 - Оцінка екологічного стану земель за показниками *Kec* та *Kan*

Коефіцієнти		Екологічна стабільність території	Рівень антропогенного навантаження
<i>Kec</i>	<i>Kan</i>		
$\leq 0,33$	4,1 – 5,0	Екологічно нестабільна	Високий
0,34 – 0,50	3,1 – 4,0	Слабко стабільна	Підвищений
0,51 – 0,66	2,1 – 3,0	Середньо стабільна	Середній
$\geq 0,67$	1,0 – 2,0	Екологічно стабільна	Низький

- основними проявами деградаційних процесів, зокрема виснаженням ґрунтів за вмістом гумусу, фосфору та калію, оцінюється екологічний стан орних земель. Для визначення еколого-агрохімічного стану ґрунтів застосовується модифікований агроекологічний метод якісної оцінки, що базується на аналізі комплексу параметрів, які відображають внутрішні властивості ґрунтового покриву. До таких параметрів належать максимально можливі запаси продуктивної вологи, вміст гумусу, а також потенційно доступні форми основних елементів живлення – насамперед азоту, фосфору та калію.

Розроблена методика комплексної оцінки агроекологічного стану орних сільськогосподарських земель базується на системному підході, що передбачає інтеграцію низки ключових показників: еколого-агрохімічного стану орних земель (Б), ступеня деградованості ґрунтового покриву (Д) та співвідношення «рілля: екологостабілізуючі угіддя» (С). Зазначені параметри об'єднуються в єдиний зведений індекс (І), з урахуванням їх впливу на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур.

Кожен з показників нормувався за 5-бальною шкалою: найнижчий бал відповідав оптимальному агроекологічному стану, тоді як підвищення бала свідчило про зростання напруженості або погіршення ситуації.

Оскільки дані показники мають неоднаковий вплив на агроекологічний стан сільськогосподарських земель, під час інтеграції їм було присвоєно коефіцієнти вагомості. Їхні значення визначалися експертним шляхом [17] з урахуванням прямого або опосередкованого впливу кожного фактора на ріст, розвиток і продуктивність культурних рослин.

Показнику еколого-агрохімічного стану орних земель (Б) надано найвищий коефіцієнт вагомості – 3, оскільки його ключові критерії, зокрема вміст гумусу, макро- і мікроелементів, кислотність ґрунтового розчину тощо, мають безпосередній вплив на урожайність сільськогосподарських культур.

Показник деградованості ґрунтового покриву (Д), який впливає на родючість як прямо, так і опосередковано (через погіршення фізичних і хімічних властивостей ґрунтів), отримав коефіцієнт вагомості 2.

Найменший коефіцієнт вагомості – 1 – було присвоєно показнику співвідношення «рілля: екологостабілізуючі угіддя» (С), оскільки він опосередковано впливає на агроекологічний стан, визначаючи загальний рівень екологічної збалансованості території та інтенсивність прояву деградаційних процесів.

Агроекологічну оцінку земель сільськогосподарського призначення визначають як середньозважене значення вихідних показників за формулою:

$$I = \frac{BK_1 + DK_2 + CK_3}{K_1 + K_2 + K_3} \quad (2.3)$$

де  $I$  - інтегральний показник агроекологічного стану земель сільськогосподарського призначення, бал;

$B$  - показник еколого-агрохімічного стану ріллі, бал;

$D$  - індекс деградирование ґрунтового покриву, бал;

$C$  - співвідношення ріллі (Р) до екологостабілізуючих угідь (ЕСУ), бал;

$k_1$ -  $k_3$  - коефіцієнти вагомості показників.

Складаючи одержані бали та враховуючи різну вагомість показників, одержали певну інформацію для групування і якісної класифікації досліджуваних об'єктів відповідно до запропонованих у табл. 2.3 градацій.

Таблиця 2.3 - Шкала для оцінки агроекологічного стану орних земель

Бал	Інтегральний показник, бал	Агроекологічний стан орних земель	Агроекологічне зонування території
1	1,0 – 1,7	добрий	зона доцільного використання земель
2	1,8 – 2,5	задовільний	
3	2,6 – 3,3	незадовільний	зона з використанням в режимі збереження
4	3,4 – 4,2	критичний	зона адаптивного екологічного використання
5	4,3 – 5,0	кризовий	зона з використанням в режимі поновлення

Для агроекологічної оцінки будь-якого сільськогосподарського угіддя використовуються такі показники:

- коефіцієнт екологічної стабільності території ( $K_{ек.ст.}$ );
- коефіцієнт антропогенного навантаження ( $K_{ан.}$ );
- коефіцієнт лісистості території ( $K_{ліс.}$ );
- коефіцієнт розораності території ( $K_p$ );
- співвідношення ріллі і екологостабілізуючих земельних угідь ( $C$ );
- індекс збереження ґрунтів ( $ІЗГ$ ).

Коефіцієнт розораності земель розраховується за формулою:

$$K_p = \frac{P_{ріллі}}{a P} \quad (2.4)$$

Перевищення розораності земель розраховується за формулою

$$P_{роз} = (I_n - 1) \times 100 \quad (2.5)$$

де  $I_n$  - індекс невідповідності використання орних земель. Розраховується як відношення загальної площі орних земель ( $\Pi_{oz}$ ) до загальної площі земель ( $\Pi_z$ ), які можуть бути розореними за формулою

$$I_n = \frac{\Pi_{oz}}{\Pi_z} \quad (2.6)$$

Коефіцієнт лісистості розраховується за формулою

$$K_{ліс} = \frac{\Pi_{лн}}{\Pi_z} \quad (2.7)$$

де  $\Pi_{лн}$  – площа лісонасаджень, га;

$\Pi_z$  – загальна площа, га.

Індекс збереження ґрунтів розраховується за формулою

$$ІЗГ = \frac{H}{Z_{зм10\%}} \quad (2.8)$$

де  $H$  – гумусовий горизонт;  $Z_{зм 10\%}$  - змив ґрунту 10% забезпеченості.

В таблиці 2.4 наведена уніфікована загальна шкала оцінки угідь за вищевказаними показниками [18].

Таблиця 2.4 – Оцінка (бали) агроекологічних показників

Агроекологічний показник	Значення агроекологічного показника	Оцінка (бали)
1. Коефіцієнт екологічної стабільності ( $K_{ек.ст}$ )	а) $\leq 0,33$ – екологічно нестабільна територія	0 - 2
	б) від 0,34 до 0,50 – територія екологічно нестійка	3 - 4
	в) від 0,51 до 0,66 - територія середньостабільна	5 - 6
	г) $\geq 0,67$ – територія екологічно стабільна	7 - 10
2. Коефіцієнт антропогенного навантаження ( $K_{ан}$ )	а) $< 3,4$	10 - 6
	б) 3,4 - середній показник по Україні	5
	в) $> 3,4$	4 - 0
3. Коефіцієнт розораності земель ( $K_{роз}$ )	а) $\leq 30$	10
	б) 30 - 60	9 - 5
	в) 61 – 100	5 - 0
4. Коефіцієнт лісистості ( $K_{ліс}$ )	а) $\geq 30$	10
	б) 30 – 20	9 - 6
	в) 20 - 10	6 - 3
	г) 10 - 0	3 - 0

## Продовження таблиці 2.4

5.Перевищення розораності земель ( $P_{роз}$ )	а) 0 - 50	10 - 5
	б) 50 - 100	5 - 0
6. Індекс збереження ґрунтів (ІЗГ)	а) 201 – 300 – слабка небезпека	6 - 1
	б) 101 – 200 – помірна небезпека	2 - 6
	в) 50 – 100 - сильна небезпека	0 - 2

## 2.2 Агроекологічна оцінка угідь на прикладі Немирівської територіальної громади Вінницької області

Станом на 1 січня 2023 року земельний фонд Вінницької області становить 2649,2 тис. га. Близько 75% території займають землі сільськогосподарського призначення, серед яких частка сільськогосподарських угідь становить 76,2%. У структурі останніх рілля охоплює 65,3%, багаторічні насадження – 1,9%, а сіножаті та пасовища – 9,0%.

Ліси та інші лісовкриті площі займають 14,2% загальної території області. Площа забудованих земель становить 4,0%, боліт – 1,1%, а до інших земель (піщані ділянки, яри, кам'яністі місцевості тощо) відноситься 3,0% (табл. 2.5).

Площа суші становить 2606,2 тис. га, що відповідає 98,4% загальної території області. До основних категорій земель, від стану яких значною мірою залежить соціально-економічний розвиток регіону, належать землі сільськогосподарського призначення, лісового фонду та природно-заповідного фонду.

Питома вага сільськогосподарських угідь у структурі земельного фонду області (ступінь сільськогосподарського освоєння суші) становить у середньому 77%. У межах адміністративних районів цей показник варіюється від 68% до 88%. З огляду на ступінь сільськогосподарського освоєння

Таблиця 2.5 – Структура земельного фонду Вінницької області

Категорії земель та види земельних угідь	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
	усього тис.га	% до загальної площі території	усього тис.га	% до загальної площі території	усього, тис.га	% до загальної площі території
<b>Види земельних угідь</b>						
Загальна площа земель	2649,2	100,0	2649,2	100,0	2649,2	100,0
з них:						
<b>1. Сільськогосподарські угіддя, з них:</b>	2014,2	76,03	2014,2	76,03	2014,2	76,03
рілля	1725,5	65,13	1725,5	65,13	1725,5	65,13
перелоги	1,0	0,04	1,0	0,04	1,0	0,04
сіножаті	236,3	8,92	236,3	8,92	236,3	8,92
багаторічні насадження	51,4	1,94	51,4	1,94	51,4	1,94
<b>2. Ліси і інші лісовкриті площі</b>	380,3	14,36	380,3	14,36	380,3	14,36
з них вкриті лісовою рослинністю	356,8	13,47	356,8	13,47	356,8	13,47
<b>3. Забудовані землі</b>	107,7	4,07	107,7	4,07	107,7	4,07
<b>4. Відкриті заболочені землі</b>	29,1	1,10	29,1	1,10	29,1	1,10
<b>5. Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом</b>	25,0	0,94	25,0	0,94	25,0	0,94
<b>6. Інші землі</b>	49,4	1,86	49,4	1,86	49,4	1,86
<b>Усього земель (суша)</b>	2605,7	98,4	2605,7	98,4	2605,7	98,4
<b>7. Територія, що покрита поверхневими водами</b>	43,5	1,64	43,5	1,64	43,5	1,64

Джерело: сформовано автором на основі [19]

території умовно класифікуються на три групи:

I група – до 70%,

II група – від 71% до 80%,

III група – понад 80%.

Оцінка екологічної стійкості земельних ресурсів значною мірою ґрунтується на показнику розораності територій, тобто частці ріллі у загальній площі. В межах області він коливається у межах 65–70%. Найменш екологічно стійкими вважаються території, де площі ріллі значно переважають над умовно стабільними угіддями – сіножатями, пасовищами, лісовими та чагарниковими масивами, а також болотами.

Екологічну стійкість земельних ресурсів значною мірою визначає ступінь розораності територій, який у межах області коливається в межах 65–70% (тобто частка ріллі у загальній площі). Найбільш екологічно вразливими вважаються ті території, де площі орних земель істотно переважають над умовно стабільними угіддями – такими як сіножаті, пасовища, ліси, чагарники та болотні угіддя.

Одним із ключових критеріїв оцінки екологічного стану сільськогосподарських земель є рівень родючості ґрунтів, що становить основу їх продуктивного функціонування. Формування ґрунтового покриву області зумовлене взаємодією комплексу природних чинників: характером рельєфу, природною рослинністю, кліматичними умовами та антропогенним впливом. Це сприяло формуванню різноманітних типів ґрунтів, що відрізняються за фізико-хімічними властивостями та рівнем родючості.

Тривале інтенсивне використання ґрунтів під сільськогосподарські культури без належного агрохімічного балансу, зокрема – при нестачі органічних і мінеральних добрив, спричиняє дефіцит окремих поживних елементів, що призводить до деградації ґрунтів і зниження їх родючості.

Одним із провідних індикаторів родючості ґрунтів є вміст гумусу. На території Вінницької області рівень гумусованості підпорядкований зональним закономірностям і визначається низкою чинників: типом ґрунтоутворювальних процесів, гранулометричним складом, видом первинної рослинності, а також історією господарського освоєння земель.

Відповідно до класифікації ґрунтів і земель України за рівнем придатності до сільськогосподарського використання, ґрунти Вінницької області класифікуються у межах від четвертого до восьмого класу родючості. Зокрема, оцінка бонітету коливається в діапазоні від 70–61 балів (IV клас – ґрунти високої родючості, так звані "добрі землі") до 30–21 балів (VIII клас – малородючі, або малопродуктивні ґрунти).

У структурі ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь області домінують чорноземи, які охоплюють близько 50,1% площі, а також сірі та темно-сірі лісові ґрунти, що становлять майже 33% від загальної площі угідь. Така ґрунтова структура формує основу агровиробничого потенціалу регіону та значною мірою визначає напрямки спеціалізації сільського господарства.

Найбільш поширеними типами ґрунтів на території області є опідзолені ґрунти, загальна площа яких становить близько 1318,6 тис. га. З цієї кількості 351,2 тис. га припадає на чорноземи опідзолені. Частка орних земель у межах цієї категорії сягає 82%. Середній вміст гумусу в ясно-сірих та сірих опідзолених ґрунтах становить 1,85%, у темно-сірих опідзолених – 2,77%, тоді як у чорноземах опідзолених – 3,39%.

Чорноземи типові займають площу близько 494 тис. га, з яких 91% перебуває в орному використанні. Середній вміст гумусу в цих ґрунтах становить 4,01%. Окрім того, 36,3 тис. га припадає на інші різновиди чорноземних ґрунтів.

На площі 14,8 тис. га поширені дерново-слабопідзолисті ґрунти, середній вміст гумусу в яких становить 0,90%. Близько 9,1 тис. га цієї категорії ґрунтів займають малопродуктивні сільськогосподарські угіддя, з яких розорюється 59%.

Інші типи ґрунтів розповсюджені на обмежених територіях і сумарно займають площу 115,3 тис. га. Загалом середній вміст гумусу в ґрунтовому покриві області становить 2,94%, що є одним із ключових показників агровиробничого потенціалу регіону (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Вміст гумусу в ґрунтах Вінницької області

Обстежена площа, тис. га	Площа ґрунтів												Середньо- зважений показник, %
	дуже низький <1,1		низький 1,1-2,0		середній 2,1-3,0		підвищений 3,1-4,0		високий 4,1-5,0		дуже висо- кий >5,0		
	тис.га	%	тис.га	%	тис.га	%	тис.га	%	тис.га	%	тис.га	%	
1265,5	2,1	0,2	267,1	21,1	510,1	40,3	371,7	29,4	89,6	7,1	6,8	0,5	2,90

Агроекологічну оцінку сільськогосподарських угідь виконано на прикладі Немирівської територіальної громади Вінницької області. Немирівська об'єднана територіальна громада розташована в центральній частині Вінницької області, яка належить до лісостепової фізико-географічної зони України. Площа Немирівської громади становить 271,4 квадратних кілометри, що включає як міську, так і значну сільську територію.

До складу громади увійшли населені пункти: місто Немирів та села Байраківка, Глинянець, Дубмаслівка, Медвежа, Гостинне, Никифорівці, Лука, Стрільчинці, Язвинки, Гунька, Козаківка, Супрунівка з адміністративним центром у місті Немирів Немирівського району, Вінницької області. Місто Немирів – історичне та культурне серце громади, розташоване за 46 кілометрів на схід від обласного центру, міста Вінниця (Рис. 2.1).

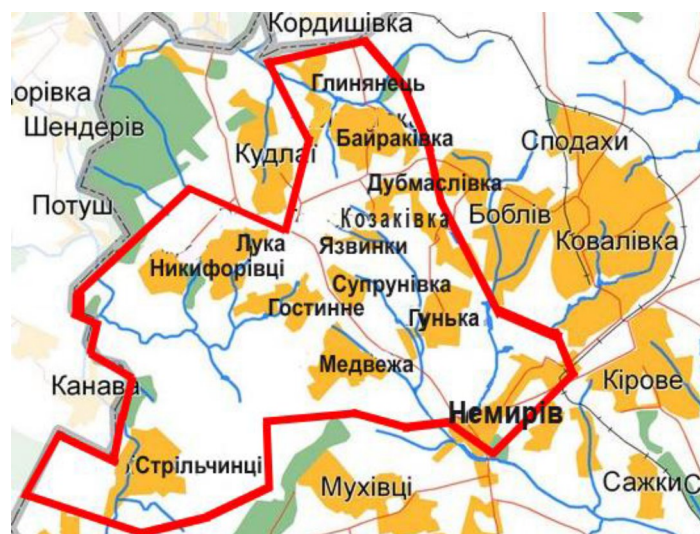


Рисунок 2.1 – Мапа Немирівської територіальної громади Вінницької області

Джерело: за даними [20]

Рельєф території ОТГ переважно хвилястий, має подекуди сильно пересічений характер, що зумовлено наявністю численних балок, яруг та річкових долин, які створюють мальовничі природні ландшафти. Це не лише додає району естетичної привабливості, а й впливає на особливості ведення сільського господарства, зокрема в частині землекористування та меліорації.

Клімат району помірно-континентальний, із м'якою зимою та теплим літом. Абсолютний максимум температури фіксувався на рівні +38 °С, що характерно для літніх періодів із високою сонячною активністю. У зимовий період температури можуть знижуватись до -32...-34 °С, що вказує на можливі короточасні, але суттєві похолодання. Середньорічна кількість опадів коливається в межах 534–540 мм, що забезпечує достатній рівень вологозабезпечення для ведення землеробства, хоча й вимагає ефективного водозбереження під час посушливих періодів.

Цей регіон відзначається родючими ґрунтами, переважно такими типами: ясно-сірі та сірі лісові ґрунти, темно-сірі опідзолені ґрунти. Ці типи ґрунтів є придатними для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур, особливо зернових, технічних і кормових.

По території громади, в селах Стрільчинці, Лука та Никифорівці протікає річка Південний Буг, яка відіграє важливу роль не лише як джерело водопостачання, а й як природна цінність для рекреації та екосистемної рівноваги.

Корисні копалини громади: суглинок, пісок, граніт, поклади синього каменю.

Значну площу ОТГ займають лісонасадження – загалом понад 1164 гектарів, що є важливим чинником для збереження біорізноманіття, кліматичної стабільності території.

Серед об'єктів природно-заповідного фонду особливу увагу заслуговують: Немирівський парк державного значення – зразок ландшафтної архітектури та ботанічної різноманітності та заказники

місцевого значення, зокрема «Устя» та Регіональний ландшафтний парк «Немирівське Побужжя».

Громада вирізняється не лише сприятливим географічним розташуванням, а й багатою історією, культурними традиціями та природними ресурсами. Завдяки своїм характеристикам, Немирівська ОТГ має значний потенціал для розвитку аграрного сектору, зеленої енергетики, малого бізнесу та туристичної інфраструктури.

Загальна площа земельного фонду Немирівської громади становить 15 320,20 гектарів. Цей простір включає різноманітні типи земель, які використовуються для сільськогосподарських, лісогосподарських, житлових, водних та інших цілей:

Рілля – 10 370,23 га. Це найбільша частина земельного фонду громади. Рілля використовується для вирощування зернових, технічних, кормових культур. Вона є основою аграрного виробництва і забезпечує продовольчу безпеку та зайнятість населення.

Пасовища – 924,09 га. Призначені для випасу худоби, ці землі сприяють розвитку тваринництва, зокрема вирощуванню великої рогатої худоби, овець та кіз. Пасовища важливі не лише економічно, але й екологічно, оскільки зберігають відкриті ландшафти.

Сіножаті – 582,68 га. Ці землі використовуються для заготівлі сіна, що є основним кормом для тварин у зимовий період. Сіножаті часто розташовані в долинах та заплавах річок, де забезпечується висока вологість і добра трав'яна рослинність.

Багаторічні насадження – 361,01 га. На цій площі розміщуються сади, виноградники та ягідники. Вони мають високу господарську цінність і формують специфічний ландшафтний вигляд регіону, а також є потенційною основою для розвитку агротуризму.

Ліси та інші лісовкриті площі – 1 164,41 га. Ці території виконують надзвичайно важливі екологічні функції: захищають ґрунти від ерозії,

очищують повітря, зберігають біорізноманіття. Частина з них входить до природоохоронного фонду громади.

Забудовані землі – 1 004,70 га. На цій площі розташовані житлові квартали, об'єкти інфраструктури, заклади освіти, охорони здоров'я, адміністративні будівлі, а також промислові об'єкти. Забудовані землі є основою для розвитку населених пунктів громади.

Землі водного фонду – 275,65 га. До них належать річки, ставки, водосховища, які мають господарське значення (зрошення, рибництво), а також рекреаційне – для відпочинку й туризму.

Болота – 172,43 га. Хоча болота не використовуються активно в господарстві, вони мають важливу екологічну роль: зберігають вологу, фільтрують воду, є середовищем для рідкісної флори та фауни.

Інші землі – 465,04 га. До цієї категорії входять смуги відведення, узбіччя доріг, полезахисні насадження, ділянки з обмеженим використанням тощо. Вони забезпечують підтримку інфраструктури та виконують допоміжні функції (Рис. 2.2).

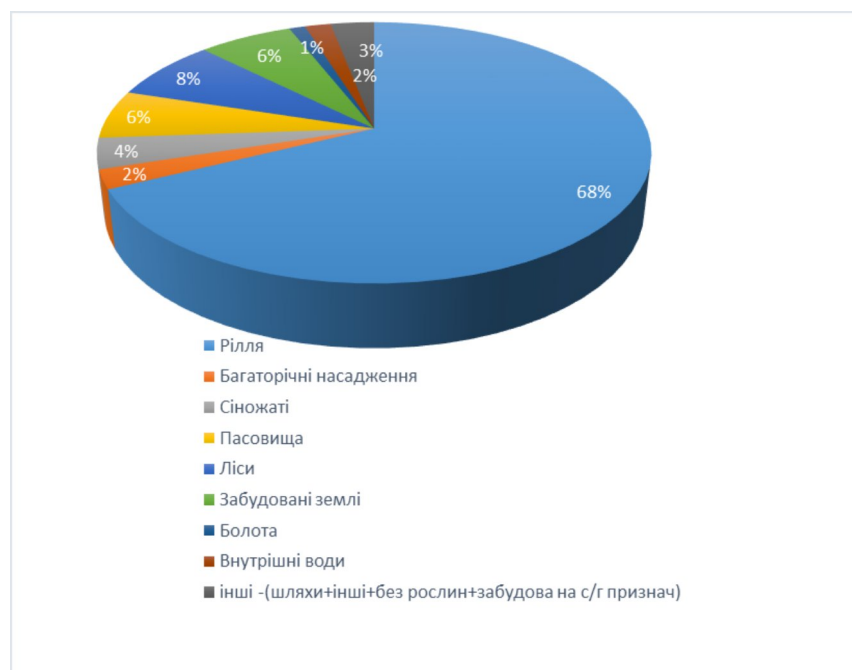


Рисунок 2.2 – Структура земельного фонду Немирівської ОТГ, % до загальної площі

Джерело: за даними [20]

При характеристиці використання земель у структурі сільськогосподарського виробництва використовують показники розораності сільськогосподарських угідь, сільськогосподарської освоєності та лісистості. Дані для розрахунків взяті із табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Структура земельного фонду Немирівської об'єднаної територіальної громади

Угіддя	Площа, га	Структура угідь, %
1. Землі сільськогосподарського використання, з них:	<b>13370,23</b>	87,0
а) Рілля	10370,23	68,0
б) Багаторічні насадження	361,01	2,3
в) Сіножаті	582,68	3,8
г) Пасовища	924,09	6,03
2. Ліси	1164,41	7,60
3. Забудовані землі	1004,70	6,6
4. Болота	172,43	11,25
5. Внутрішні води	275,62	1,8
6. Інші	465,04	3,03
<b>Всього</b>	<b>15320,20</b>	

Джерело: складено автором на основі [20]

Лісистість території вказує на розмір території, яка покрита лісовими насадженнями і визначається за формулою (2.7):

$$L_T = 1164,41 / 15320,20 = 0,076$$

Розораність території визначається за формулою (2.5-2.6):

$$P_p = \frac{13370.23}{15320,20} = 0,87$$

Сільськогосподарська освоєність території вказує на розмір території, яка зайнята в сільськогосподарському виробництві і визначається за формулою:

$$O_T = P_{c/g} / P_z,$$

де  $P_{c/g}$  – площа сільськогосподарських угідь, га.

$$O_T = 12238,01 / 15320,20 = 0,80$$

Сільськогосподарська освоєність території становить 80%, розораність території – 87%, і відповідно лісистість складає 7,6%.

Одними з ключових індикаторів, що відображають рівень екологічної збалансованості території, її стабільність та ступінь змін, спричинених господарською діяльністю людини, є коефіцієнт антропогенного навантаження та показник екологічної стійкості.

Ці показники дозволяють оцінити, наскільки природне середовище здатне зберігати свої функції та відновлюватися після впливу антропогенних чинників, таких як землекористування, урбанізація, промислове та сільськогосподарське освоєння території.

Отримані значення даних коефіцієнтів при існуючому використанні земель наведені в табл. 2.8.

Аналізуючи отримані результати у порівнянні з оціночною шкалою (табл. 2.4), можна зробити висновок, що значення коефіцієнта екологічної стабільності, яке становить 0,26, свідчить про низький рівень екологічної стійкості території, тобто про її екологічну нестабільність. У той же час коефіцієнт антропогенного навантаження, що дорівнює 3,6, вказує на помірний рівень людського впливу на екосистеми.

Таблиця 2.8 – Розрахунок коефіцієнтів екологічної стабільності та антропогенного навантаження угідь Немирівської територіальної громади

Назва угіддя	Коефіцієнт екологічної стабільності угідь, К1	Бал угіддя, Б	Площа угідь, га (Р)	К1×Р	Б×Р
При існуючому використанні земель					
Рілля	0,1	4,0	10370,23	1037,0	41480,9
Багаторічні насадження	0,3	3,0	361,01	108,3	324,9
Сіножаті	0,6	3,0	582,68	349,61	1048,8
Пасовища	0,7	3,0	924,09	646,8	2772,3
Ліси	1,0	2,0	1164,41	1165,41	2328,8
Забудовані землі	0,0	5,0	1004,70	0	5023,5
Болота	0,8	2,0	172,43	137,9	344,9
Внутрішні води	0,8	2,0	275,62	220,5	551,2
Інші	0,6	3,0	465,04	279,0	1395,1
Всього			15320,20	3944,52	55270,4
<b>Кек.ст. = 0,26</b>					
<b>Ка.н. = 3,6</b>					

Джерело: власна розробка автора

Отже, результати агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення свідчать про те, що ґрунти Немирівської ОТГ перебувають у задовільному агроекологічному стані.

Суттєвим чинником погіршення ситуації стало порушення оптимального співвідношення між орними землями, природними угіддями, лісовими масивами та водними об'єктами. Це, у свою чергу, призвело до деградації агроландшафтів і виснаження ґрунтового покриву, що негативно позначається як на стані довкілля, так і на сталому веденні сільського господарства.

З метою покращення екологічного стану агроландшафтів необхідно здійснити комплекс заходів, спрямованих на відновлення природного балансу та підвищення стійкості ґрунтового покриву. Передусім, доцільно зменшити рівень розораності території на 25–30%, що дозволить знизити тиск на екосистеми та зменшити ризики деградації ґрунтів.

Особливу увагу слід приділити вилученню з обробітку сильно деградованих та малопродуктивних земель, які в сучасних умовах не лише малоефективні в господарському плані, а й поглиблюють процеси ерозії та втрати родючості. Натомість необхідно збалансувати просторове співвідношення між орними угіддями та екологічно стабілізуючими територіями – такими як луки, пасовища, ліси, водно-болотні угіддя.

Важливим напрямом є впровадження науково обґрунтованих сівозмін, що враховують потреби ґрунту у відпочинку та поповненні поживних речовин, а також застосування протиерозійних методів обробітку – наприклад, контурного орання, мінімального обробітку або мульчування.

Також варто активно впроваджувати сучасні ґрунтозахисні технології, зокрема точне землеробство, органічне добриво, сидерацію, використання біологічних засобів захисту.

Для відновлення родючості середньо- та сильно еродованих ґрунтів доцільно вивести такі ділянки з ріллі та перевести їх у категорію природних угідь, зокрема через заліснення або залуження різнотравно-злаковою рослинністю. Це сприятиме стабілізації ландшафту, покращенню гідрологічного режиму та відновленню біорізноманіття.

## 3 АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕТАЛОННИХ ВРОЖАЇВ СОНЯШНИКУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

### 3.1 Екологічні умови росту і розвитку соняшнику

Біологічні особливості. Соняшник однорічна рослина. Ця культура належить до сімейства складноцвітих, стебло прямостояче. Висота рослин, залежно від сорту і умов вирощування, коливається від 60 до 250 днів. Формування листя закінчується у фазі утворення кошика.

Соняшник має потужну кореневу систему. Розвиток коренів більш інтенсивно відбувається в першу половину вегетації. Глибина проникнення кореневої системи становить для головного кореня 140-250 см, а для бічних – 60-90 см [21].

Квіти у соняшника зібрані в суцвіття-кошик. По краю кошика розташовані язичкові квітки, а на внутрішній поверхні – трубчасті, які в результаті запилення дають зав'язі і утворюють сім'янки.

Формування суцвіть відбувається у скоростиглих сортів у фазі 3-5 пари, а у пізньостиглих – 8-10-ї пари листків. Найбільш інтенсивний ріст листя і стебла відбувається в період від утворення суцвіть і до цвітіння. Цвітіння однієї рослини відбувається в середньому від 8-10 днів [21].

Період наливу сім'янок триває близько 35 днів з часу запліднення. Накопичення олії в насінні починається з моменту формування ядра і триває до повного дозрівання рослин. Максимальна дозрівання олії в насінні відзначається через кілька днів після настання фізіологічної стиглості.

Довжина вегетаційного періоду в різних форм коливається в середньому від 75 до 140 днів. У насінні соняшнику міститься до 50-54 % рослинної олії. Урожайність насіння сучасних сортів досягає в середньому 1,6-1,7 т/га, а в передових господарствах – 2,0-2,5 т/га [21].

Відношення до світла. Соняшник – світлолюбна культура. Тривала похмура погода або затінення молодих рослин послаблюють його ріст і розвиток, знижують урожай насіння і їх якість за вмістом соняшникової олії. Ця культура належить до рослин короткого дня. При просуванні з півдня на північ тривалість вегетаційного періоду у соняшнику зростає на 1-2 дні на кожен градус північної широти [22].

Відношення до тепла. Соняшник є теплолюбною рослиною. Однак різноманітність сортів дає змогу вирощувати цю культуру за вегетаційний період від 1600 до 2900 °С. Щодо вимог соняшнику до термічних ресурсів, необхідних для дозрівання, у літературі наводяться де які суперечливі дані. Так, Ф. С. Венцлавович пише з цього приводу, що «кліматичний мінімум, який визначає зону вирощування олійного соняшнику, збігається з областю, окресленою лінією липневих ізотерм в 21-22 °С. У цій області за вегетаційний період забезпечується сума тепла в 2300-2600 °С» [22].

В. А. Мінкевич та В. О. Боровський вказують, що для повного розвитку соняшнику (від проростання насіння до дозрівання) потрібна сума середньодобових температур 2600-2900 °С, при температурі проростання від 8 до 10 °С [22]. Виходячи з цих даних, потреба соняшнику в теплі від посіву до дозрівання потрібно оцінювати більш високими сумами температур повітря.

Ряд дослідників в основу поділу за скоростиглістю сортів соняшнику використовують тривалість їх вегетаційного періоду. Так, В. А. Мінкевич ділить сорти на самі скоростиглі з періодом вегетації 67-98 днів, середньостиглі – 105-124 дня і пізньостиглі – 138 днів і більше. Наведений критерій скоростиглості може використовуватись лише в тому випадку, коли рослини розвиваються при цілком ідентичному термічному режимі.

Використовуючи матеріали парних спостережень за визначила біологічні суми температур, необхідні для досягнення фази дозрівання, тобто, встановила ступінь скоростиглості окремих сортів по їх відношенню

до термічних умов середовища. При цьому всі сорти Смирнова розділила по скоростиглості на 4 групи:

- 1) пізні, вимагають від посіву до дозрівання суму температур, рівну 2450 °С;
- 2) середньопізні – 2300 °С;
- 3) середні – 2100 °С;
- 4) ранні – 1850 °С.

Ці суми дані для середнього рівня температури за вегетаційний період (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Потреба сортів соняшнику різної скоростиглості в біологічних сумах температур повітря ( $\sum T_{\delta}$ , °С)

Скоростиглість сортів	Період, дні	Біологічний мінімум ( $T_c$ , °С)		$\sum T_{\delta}$ , °С
		початок росту	дозрівання	
Ранньостиглі	Посів-дозрівання	8	10	1850
Середньостиглі	Посів-дозрівання	8	10	2100
Середньопізні	Посів-дозрівання	8	10	2300
Пізні	Посів-дозрівання	8	10	2450

В окремі роки, коли термічний режим вегетаційного періоду істотно відрізняється від середнього рівня (літо дуже холодне або, навпаки, спекотне), сума потрібних для дозрівання температур може дещо відрізнятися від наведених величин.

Відношення до вологи. Крім тепла, важливим фактором у житті рослин є волога. Недолік вологи викликає загальне зменшення продуктивності та зміна у якісному складі насіння. Під впливом поганих умов зволоження в насінні соняшнику зменшується кількість запасних поживних речовин у формі жирів і вуглеводів і збільшується відсоток вмісту білків.

Соняшник вважається посухостійким рослиною, проте він споживає велику кількість води. Найбільша потреба у волозі відзначається в період утворення кошика-цвітіння: близько 60 % всієї необхідної рослині вологи за весь період вегетації [22].

Нестача вологи в період цвітіння рослин і наливу насіння несприятливо позначається на величині врожаю соняшнику. Погані умови зволоження в цей час призводять до формування кошиків меншого діаметру, затримують утворення нових квіток. Різко знижується кількість повноцінних сім'янок.

Посуха в цей період є основною причиною «захоплення» і поганого наливу насіння. Соняшник характеризується високим споживанням вологи на одиницю сухої речовини. Його транспіраційний коефіцієнт становить 470-570. Завдяки потужній і глибокій кореневій системі і опушенню надземних вегетативних органів соняшник виявляється стійкий до короткочасних посух. Загальний витрата води соняшнику за вегетаційний період в посушливі роки становить 280-290 мм, у вологі близько 400 мм [22].

Високі врожаї соняшнику можливі за умови оптимальної забезпеченості рослин вологою протягом усього вегетаційного періоду, аж до закінчення наливу насіння. Недолік вологи в який-небудь один з розглянутих періодів веде до зниження врожаю навіть при наявності гарної влагозабезпеченості в інші періоди.

За даними Ю. С. Мельника (1972) сумарні витрати вологи метрового шару ґрунту з поля зайнятого соняшником в різні періоди його розвитку представляються в наступному вигляді: у період до утворення суцвіть вони складають в середньому 29 % від загальних витрат вологи за період вегетації, в період утворення суцвіть – цвітіння - 45 % і в період цвітіння – дозрівання - 26 %. Як зазначено в джерелі [22] «за період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 га».

### 3.2 Фізико-статистичні моделі «Клімат-урожай» різної складності

Багатьма дослідженнями визнано, що найкращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов тієї чи іншої території для вирощування культурних рослин є їх урожайність (Жуков В.А., Польовий А.М., 1989; Колосков П.І., 1974; Польовий А.М., Кульбіда М.І., 2005; Тоомінг Х.Г., 1977).

Вперше таку ідею запропонував П. І. Колосков (1974), який розглядав урожайність польових культур як один із найважливіших агрокліматичних показників. У співпраці з В. А. Смирноюю та А. Т. Нікіфоровою він здійснив агрокліматичне районування території колишнього СРСР на основі урожайності одинадцяти зернових культур.

На сьогодні вченими країн СНД та дальнього зарубіжжя розроблено численні моделі різного рівня складності для опису продуктивності сільськогосподарських культур.

Ці моделі умовно поділяють на два основні класи:

1. фізико-статистичні моделі;
2. динаміко-статистичні моделі.

Розглянемо ті з них, які є перспективними або вже застосовуються для агрокліматичної оцінки урожайності.

Важливим кроком у розробці фізико-статистичних моделей для оцінки агрокліматичних ресурсів стали методи оцінювання сільськогосподарського бонітету клімату, запропоновані П. І. Колосковим (1974) та С. А. Сапожніковою (1963).

Згодом Д. І. Шашко (1985) розробив метод оцінки земель на основі показників потенційної біологічної продуктивності – так званого біокліматичного потенціалу (БКП).

Для програмування урожайності культурних рослин ця методика передбачає використання наступної формули:

$$Y_{в} = \text{БКП} \cdot \eta_{\phi}, \quad (3.1)$$

де БКП – біокліматичний потенціал;  $\eta_{\phi}$  – коефіцієнт використання ФАР, який виражається в долях одиниці.

Для спрощення розрахунків Д. І. Шашко пропонує використовувати спеціально складену таблицю, яка дозволяє здійснити перехід від біокліматичного потенціалу (БКП) до урожайності ряду зернових і технічних культур.

У розрахунках для конкретної культури біокліматичний потенціал визначається за сумою ефективних температур ( $\Sigma T_c$ ) протягом її вегетаційного періоду.

Серед зарубіжних фізико-статистичних моделей найбільш прийнятними є моделі продукційного процесу агробіоценозів. Найпростіша з них була запропонована де Вітом для районів з обмеженим водозабезпеченням, але достатньою кількістю тепла. У модифікації Хенкса цю модель можна записати у вигляді:

$$\frac{Y}{Y_p} = \frac{T_r}{T_{rp}}, \quad (3.2)$$

де  $Y$  – розглянутий урожай культури;  $Y_p$  – потенційний врожай культури;  $T_r$  – фактична транспірація;  $T_{rp}$  – потенційна транспірація.

Серед фізико-статистичних моделей агрокліматичних ресурсів території СНД особливої уваги заслуговують комплексні моделі, розроблені А. Р. Константіновим (1978) та В. П. Дмитренком (1976)

У загальному вигляді модель А. Р. Константінова має наступну форму:

$$Y_{роз} = Y_1^c + \sum_{i=1}^n a_i DV_i^c, \quad (3.3)$$

де  $Y_{роз}$  – відносне значення розрахованої врожайності;  $Y_1^c$  - графічне значення щодо врожайності;  $DV_i^c$  - додатковий вплив на врожайність інших факторів, що визначаються з допомогою графічної регресії.

У якості основних факторів, що впливають на урожайність сільськогосподарських культур, автор обрав: – біологічні особливості культури, гідрометеорологічні показники, родючість ґрунту, а також агротехнічні умови.

Таким чином, модель складається з чотирьох взаємопов'язаних блоків:

1. біологічного,
2. метеорологічного,
3. ґрунтового (родючість ґрунтів),
4. агротехнічного.

Вплив метеорологічних факторів зводиться до врахування температури та абсолютної вологості повітря в літній період, а також температури повітря та висоти снігового покриву в зимовий період.

Оцінювання впливу всіх факторів здійснюється в умовних (відносних) одиницях урожайності, що дозволяє наочно порівнювати їх значущість і вплив на кінцевий результат.

В останні роки широке визнання здобула фізико-статистична модель продуктивності, розроблена Х.Р. Тоомінгом (1984). Він ввів поняття еталонних врожаїв і пропонує розглядати різні категорії врожаїв і проводити порівняльну оцінку їх.

1. Врожай у виробництві ( $Y_n$ ), одержуваний за даними щорічних статистичних довідників.
2. Потенційний урожай ( $Y_{nm}$ ).
3. Дійсно можливий урожай ( $Y_{ov}$ ).

Потенційний урожай ( $Y_{nm}$ ) – це значення врожаю, яке забезпечується приходом ФАР в конкретній місцевості при ідеальних метеорологічних умовах протягом усього вегетаційного періоду культури. При цьому урожай сухої фітомаси можна розрахувати по середньому за вегетаційний період потенційному ККД використання ФАР посівами за формулою

$$Y_{nm} = \frac{h_n \times SQ_{\phi}}{q} \times K_{xoz} , \quad (3.4)$$

де  $Y_{nm}$  - потенційний врожай посіву ( $\text{кг}/\text{м}^2$ );  $h_n$  - коефіцієнт корисної дії посіву (%);  $q$  – питома теплота згоряння рослин ( $\text{МДж}/\text{кг}$ );  $\sum Q_{\phi}$  – сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період культури ( $\text{МДж}/\text{м}^2$ ).

В цю формулу введено  $K_{хоз}$ . За його допомогою можна визначити господарсько цінну частину врожаю.

Дійсно можливий урожай ( $Y_{\text{дв}}$ ) – це урожай, який визначається значенням  $Y_{nm}$  і лімітуючими факторами клімату.  $Y_{\text{дв}}$  відрізняється від  $Y_{nm}$  тим більше, чим більше метеорологічні фактори відрізняються від оптимальних. Для території з недостатнім зволоженням його можна розрахувати за наступною формулою:

$$Y_{\text{дв}} = Y_{nm} \times \frac{E}{E_0}, \quad (3.5)$$

де  $E$  – фактичне випаровування (мм);

$E_0$  – випаровуваність (мм).

Величина  $E/E_0$  характеризує вологозабезпеченість конкретної культури або відносне випаровування.

Перевага методу еталонних урожаїв полягає в тому, що він дозволяє вийти на географічне узагальнення врожайності різного виду з урахуванням впливу агрокліматичних показників на продуктивність сільськогосподарських культур.

Метод еталонних урожаїв, в подальшому знайшов свій розвиток в моделях Польового А.М [23]. В даній роботі розглянуто як теоретичні, так і практичні аспекти побудови моделей динамічних процесів, що відбуваються в агроєкосистемах. Особливу увагу приділено моделюванню радіаційного, водно-теплого та турбулентного режимів, які суттєво впливають на функціонування аграрних екосистем.

Окремий розділ присвячено моделюванню росту сільськогосподарських культур, а також оцінці впливу гідрометеорологічних умов на формування фотосинтетичної продуктивності.

Значне місце у дослідженні займає аналіз сучасних інтегрованих моделей прогнозування врожайності, що враховують взаємодію біологічних, кліматичних та агротехнічних чинників.

Глобальні зміни клімату створюють нові умови для сільського господарства, зокрема для вирощування соняшнику. Актуальним є оцінювання агрокліматичних умов цієї культури в контексті її адаптації та рентабельності в різних природно-кліматичних зонах України. Наприклад в роботі [24] використано сценарії RCP2.6 і RCP4.5 (з 2021 до 2050 р.) та порівняно їх з базовим періодом 1980–2010 рр. Моделювання проводилось з використанням адаптованої математичної моделі оцінки агрокліматичних ресурсів. Встановлено, що у разі реалізації обох сценаріїв кліматичні умови найближчих десятиліть будуть сприятливими для вирощування соняшнику, що залишатиметься однією з найрентабельніших культур Північного Степу України.

Дослідження впливу змін клімату на посіви та врожайність соняшнику знаходять своє відтворення і в роботах зарубіжних авторів. В роботі [25] наведено результати використання сценарії викидів СДСВ (A1, A2, B1, B2) та виявлено, що підвищення температур і зменшення опадів призведуть до зниження врожаю, вмісту олії та змін у складі жирних кислот культури.

За моделями GISS і GFDL було змодельовано вплив підвищення температури (+3,7 °C) і опадів (+40 %) на врожайність. За даними моделі OSBOL зросли біомаса й водні потреби зрошуваного соняшнику, тоді як для богарного культури спостерігалось скорочення періоду дозрівання та зниження індексу врожаю [26].

У Туреччині дослідження за моделлю HadGEM2-ES і сценарієм RCP8.5 показали очікуване зниження врожайності соняшнику, особливо в регіонах Текірдаг і Конья, у другій половині XXI століття [27].

### 3.3 Агроекологічна оцінка еталонних врожаїв соняшнику у Вінницькій області

#### 3.3.1. Методика розрахунків та оцінка сумарної сонячної радіації і ФАР

Сонячна радіація є енергією, яка використовується рослинами для створення органічної речовини в процесі фотосинтезу. Вона впливає на процеси росту і розвитку, розташування і будову листя, на хімічний склад та якість продукції, тривалість вегетаційного періоду. Значна частина прямої сонячної радіації досягає земної поверхні у вигляді паралельного пучка променів, що йдуть від Сонця ( $S$ ). Якесь частка радіації, розсіяної в атмосфері, приходить до земної поверхні, як розсіяна радіація від усіх точок небесного небосхилу ( $D$ ).

Пряма і розсіяна сонячна радіація, що надходить на горизонтальну поверхню, в сумі дають сумарну короткохвильову радіацію:

$$Q = S + D. \quad (3.6)$$

Частина сонячного спектра сонячного світла, яка безпосередньо бере участь у процесі фотосинтезу рослин, називається фотосинтетично активною радіацією (ФАР). Фотосинтез, що протікає завдяки поглинанню ФАР, є головним фактором в отриманні врожаю (0,38-0,71 мкм). Згідно з дослідженнями О. Авасте, Б. В. Гуляєва, Н. Молдау, Х. Р. Тооминга, в актинометричних розрахунках для умов рівного місця перехід від короткохвильової радіації до ФАР здійснюється за формулами:

$$SS_{\phi} = \bar{C}_s SS, \quad (3.7)$$

$$SD_{\phi} = \bar{C}_D SD, \quad (3.8)$$

де  $SS_{\phi}$ ,  $SD_{\phi}$ ,  $SQ_{\phi}$  - суми прямої, розсіяної та сумарної радіації, розрахованої за місяць або період вегетації;  $\bar{C}_S$ ,  $\bar{C}_D$ ,  $C_Q$  - середні коефіцієнти переходу від короткохвильової радіації до ФАР.

Розрахунковий і експериментальний методи показали відносно хорошу стабільність перехідних коефіцієнтів, які можна прийняти рівними для  $\bar{C}_S = 0,43$  і для  $\bar{C}_D = 0,57$  [7,18]. Звідси випливає, що розрахунки денних сум ФАР можна виконати для середніх багаторічних умов за формулою:

$$SQ_{\phi} = 0,43 SS + 0,57 SD = 0,5SQ \quad (3.9)$$

Для агрокліматичної оцінки енергетичних ресурсів розрахунку  $SQ$  і  $SQ_{\phi}$  за теплий період або вегетаційний період конкретної культури виконуються за формулами:

$$SQ = S(Q_{IV} \times N_{IV} + Q_V \times N_V + \dots + Q_X \times N_X) \quad (3.10)$$

$$SQ_{\phi} = S(Q_{\phi} \times N_{IV} + Q_{\phi} \times N_V + \dots + Q_{\phi} \times N_X) \quad (3.11)$$

де  $N$  з індексами  $IV$ ,  $V$ , ...,  $X$  означають кількість днів у квітні, травні і до жовтня з  $T_c$  вище  $5^{\circ}\text{C}$  або  $10^{\circ}\text{C}$ ;  $Q_{IV}$ ,  $Q_V$  і т. д. – середні декадні або середні місячні значення сумарної радіації або ФАР. Якщо використовуються місячні суми цих показників, то завдання зводиться до їх сумування за теплий період.

Розрахунки сумарної радіації за вищевказаними формулами доцільні для визначення декадних або місячних значень цього показника. Однак для отримання масових даних по  $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_{\phi}$  за теплий період з температурою повітря вище  $10^{\circ}\text{C}$  або за вегетаційний період розвитку культури – користуватися цими формулами важко через складність розрахунків.

Тому нами застосована методика непрямих розрахунків  $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_{\phi}$ , яка розроблена З. А. Міщенко і С. В. Ляховою для території України.

Вона заснована на кількісних залежностях між традиційними показниками термічних ресурсів у вигляді сум середніх добових температур повітря за період з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  і тривалістю сонячного сяйва за той же період ( $SS_c$ ),  $\Sigma T_c > 10\text{ }^\circ\text{C}$  і сумою сумарної радіації за той же період ( $\Sigma Q$ ),  $\Sigma T_c > 10\text{ }^\circ\text{C}$  і сумою ФАР ( $\Sigma Q_\Phi$ ).

Розрахунки  $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_\Phi$  за теплий період з температурою повітря вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  виконані нами за формулами

$$\Sigma Q = 0,89 \times \Sigma T_c + 450,2 \quad (3.12)$$

$$\Sigma Q_\Phi = 0,45 \times \Sigma T_c + 225,4 \quad (3.13)$$

Тривалість теплового періоду з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  ( $N_{ТП}$ ) і тривалість сонячного сяйва за той же період ( $SS_c$ ) обчислена за формулами

$$N_{ТП} = 0,033 \times \Sigma T_c + 76 \quad (3.14)$$

$$SS_c = 0,47 \times \Sigma T_c + 30,3 \quad (3.15)$$

Коефіцієнти кореляції між цими показниками клімату коливаються в межах  $0,86-0,95$ . Середні квадратичні помилки коефіцієнтів кореляції і ймовірні помилки малі. Похибки в значеннях  $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_\Phi$ ,  $SS_c$  і  $N_{ТП}$  за теплий період з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$ , отриманих розрахунковим способом не перевищують  $3-5\%$ .

Для визначення  $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_\Phi$ ,  $SS_c$  і  $N_{ТП}$  використовувалися усереднені дані по  $\Sigma T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$ , які наведені по окремих станціях в «Агрокліматичному довіднику по Вінницькій області» [28]. Результати розрахунків, які наведені в табл.3.2, характеризують радіаційно-теплові ресурси області.

Наочно видно, що суми середніх добових температур повітря вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  і тривалість теплового періоду з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  збільшуються в напрямку з півночі на південь. Наприклад, у північній частині області (ст. Білопілля)  $\Sigma T_c$  та  $N_{ТП}$  не перевищують відповідно  $2646\text{ }^\circ\text{C}$  і  $162$  дні. У центральній частині

Таблиця 3.2 – Радіаційно-теплові ресурси за період з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  в різних районах Вінницької області

№ п/п	Станція	$SQ$ МДж/м <sup>2</sup>	$SQ_\phi$ , МДж/м <sup>2</sup>	$SS_c$ , год	$\Sigma T_c$ , $^\circ\text{C}$	$N_{TP}$ дні
1	Білопілля	2805	1403	1274	2646	162
2	Хмільник	2794	1397	1268	2634	164
3	Липовець	2889	1444	1318	2740	167
4	Вінниця	2796	1398	1269	2636	164
5	Жмеринка	2826	1413	1285	2669	164
6	Гайсин	2926	1463	1338	2782	168
7	Могилів- Подільський	3097	1549	1428	2974	172
8.	Крижопіль	2977	1488	1364	2839	169

(ст. Вінниця та ст. Жмеринка) значення  $\Sigma T_c$  та  $N_{TP}$  збільшуються до  $2636 - 2669\text{ }^\circ\text{C}$  та  $164$  дні. На крайньому півдні (ст. Крижопіль) ресурси тепла зростають до  $2839\text{ }^\circ\text{C}$ , а тривалість теплового періоду становить  $169$  днів. На південному заході за рахунок місцевого клімату (ст. Могилів-Подільський) суми температур зростають до  $2974\text{ }^\circ\text{C}$ , а тривалість теплового періоду найдовша по області –  $172$  дні. Діапазон географічних відмінностей складає по  $\Sigma T_c$   $193\text{ }^\circ\text{C}$ , а по  $N_{TP}$   $7$  днів.

Тривалість сонячного сьйва за теплий період з  $T_c$  вище  $10\text{ }^\circ\text{C}$  також збільшується в напрямку з півночі на південь області від  $1274$  години до  $1364$  години. На ст. Могилів-Подільський досягає найвищого значення –  $1428$  годин.

Отримано значення сум сумарної радіації і ФАР по сумі температур за теплий період. Так, на півночі області (ст. Білопілля)  $SQ$  та  $SQ_{\phi}$  складає відповідно 2805 та 1403 МДж/м<sup>2</sup>; в центральних районах області збільшується до 2796 та 1398 МДж/м<sup>2</sup>; на півдні надходження сум сумарної радіації та ФАР досягає 2977 та 1488 МДж/м<sup>2</sup> відповідно. Діапазон географічних відмінностей в сумах сумарної радіації і фотосинтетично активною радіації становить відповідно 172 МДж/м<sup>2</sup> і 86 МДж/м<sup>2</sup>.

Якщо звернутися до агрокліматичного районування радіаційно-світлових та теплових ресурсів території України, яке виконано Міщенко З.А., Ляховою С.В. (1999 р.), то значна частина Вінницької області належить до північного, відносно холодного макрорайону, а південно-західна і південна, до центрального прохолодного.

На основі отриманих розрахункових даних можна зробити висновок, що непрямий метод визначення сум сумарної радіації та фотосинтетично активної радіації (ФАР) за теплий період року є достатньо надійним. Цей підхід може ефективно застосовуватись для вирішення широкого кола агрокліматичних завдань, пов'язаних із використанням радіаційних показників клімату. Зокрема, він є придатним для оцінки потенційної продуктивності сільськогосподарських культур в умовах різних регіонів.

### 3.3.2. Оцінка агроекологічних категорій врожайності соняшнику в Вінницькій області

Аналіз міжрічної мінливості врожайності соняшнику, отриманої у виробничих умовах, свідчить про те, що фактичні показники істотно нижчі за потенційні можливості сучасних сортів цієї культури. Основними причинами цього є недотримання технологічних вимог вирощування соняшнику, а також недостатнє врахування місцевих ґрунтово-кліматичних особливостей при його розміщенні.

У зв'язку з цим, існує необхідність орієнтувати агровиробників на досягнення рівнів урожайності, які відповідають біокліматичному потенціалу конкретних територій. Особливу наукову та практичну цінність має вивчення географічної мінливості потенційної ( $Y_{nm}$ ) та дійсно-можливої врожайності ( $Y_{de}$ ) соняшнику, розрахованих за допомогою фізико-статистичної моделі взаємозв'язку «клімат – урожай».

У межах цього підходу нами було здійснено спробу оцінити ці показники для території Вінницької області, з метою подальшого підвищення ефективності розміщення культури та оптимізації агротехнологічних рішень.

У якості бази дослідження було використано фізико-статистичну модель «Клімат–врожай» Х. Р. Тоомінга (1986), яка адаптована до умов вирощування соняшнику шляхом застосування низки методичних підходів, розроблених З. А. Міщенко та Н. В. Кирнасівською (2011) для території України.

Зокрема, при розрахунку потенційної врожайності ( $Y_{nm}$ ) та дійсно можливої врожайності ( $Y_{dm}$ ) за формулами 3.4 та 3.5 враховувалось потенційне значення ККД використання ФАР посівами. Оскільки точне значення коефіцієнта використання ФАР визначити досить складно, розрахунки проводилися для різних умовних значень ККД: 0,5 %, 1,0 %, 2,0 %, та 3,0 %. При цьому питома теплота згоряння біомаси ( $q$ ) приймалася сталою і дорівнювала 16,75 МДж/кг.

Для визначення господарсько-цінної частини урожаю у формулу 3.4 було введено спеціальний коефіцієнт ( $K_{хоз}$ ), значення якого становить 0,6.

Значення ФАР розраховувались на період вегетації середньостиглих сортів соняшнику – від дати посіву до моменту повного досягання культури ( $SQ_{\phi\delta}$ ) та наведені в табл. 3.3. Встановлено, що біологічні суми ФАР ( $\dot{a} Q_{\phi\delta}$ ) для соняшнику характеризуються більшою стійкістю у просторі з тенденцією до їх збільшення також в напрямленні з півночі на південь області від 1183 МДж/м<sup>2</sup> до 1286 МДж/м<sup>2</sup>.

Таблиця 3.3 – Перехід від кліматичних ( $\Sigma Q$  і  $\Sigma Q_{\Phi}$ ) до біологічних ( $\Sigma Q_6$  і  $\Sigma Q_{\Phi_6}$ ) сум сумарної радіації і ФАР (МДж/м<sup>2</sup>)

Станція	За $N_{ТП}$ з $T_c$ вище 10 °С					За $N_{ВП}$ соняшнику			
	$D_B$	$D_O$	$N_{ТП}$	$SQ$	$SQ_{\Phi}$	$D_{ВП}$	$D_{ОП}$	$N_{ВП}$	$SQ_{\Phi_6}$
Білопілья	21.IV	30.IX	162	2805	1403	16.IV	18.VIII	92	1183
Хмільник	21.IV	01.X	164	2794	1397	15.IV	18.VIII	91	1177
Липовець	20.IV	04.X	167	2889	1444	14.IV	17.VIII	94	1277
Вінниця	21.IV	01.X	164	2796	1398	14.IV	19.VIII	96	1210
Жмеринка	20.IV	02.X	164	2826	1413	14.IV	17.VIII	94	1252
Гайсин	19.IV	04.X	168	2926	1463	12.IV	12.VIII	91	1268
Могилів- Подільський	17.IV	06.X	172	3097	1549	13.IV	15.VIII	93	1289
Крижопіль	19.IV	05.X	169	2977	1488	12.IV	16.VIII	95	1286

Так як потенційний урожай соняшнику в значній мірі залежить від фотосинтетично-активної радіації, а суми ФАР зростають з півночі на південь, то відповідно і  $U_{nm}$  господарсько-цінної частини врожаю збільшується в тому ж напрямлені.

Встановлено, що на півночі Вінницької області на ст. Білопілья, яка розташована в першому агрокліматичному районі при ККД використання ФАР в 1% та 3% потенційний урожай соняшнику складає відповідно 43,4 ц/га та 130,2 ц/га (рис.3.1).

В центральній частині області (ст. Вінниця) при ККД використання ФАР в 1% та 3% потенційний урожай соняшнику зростає до 88,8 ц/га та

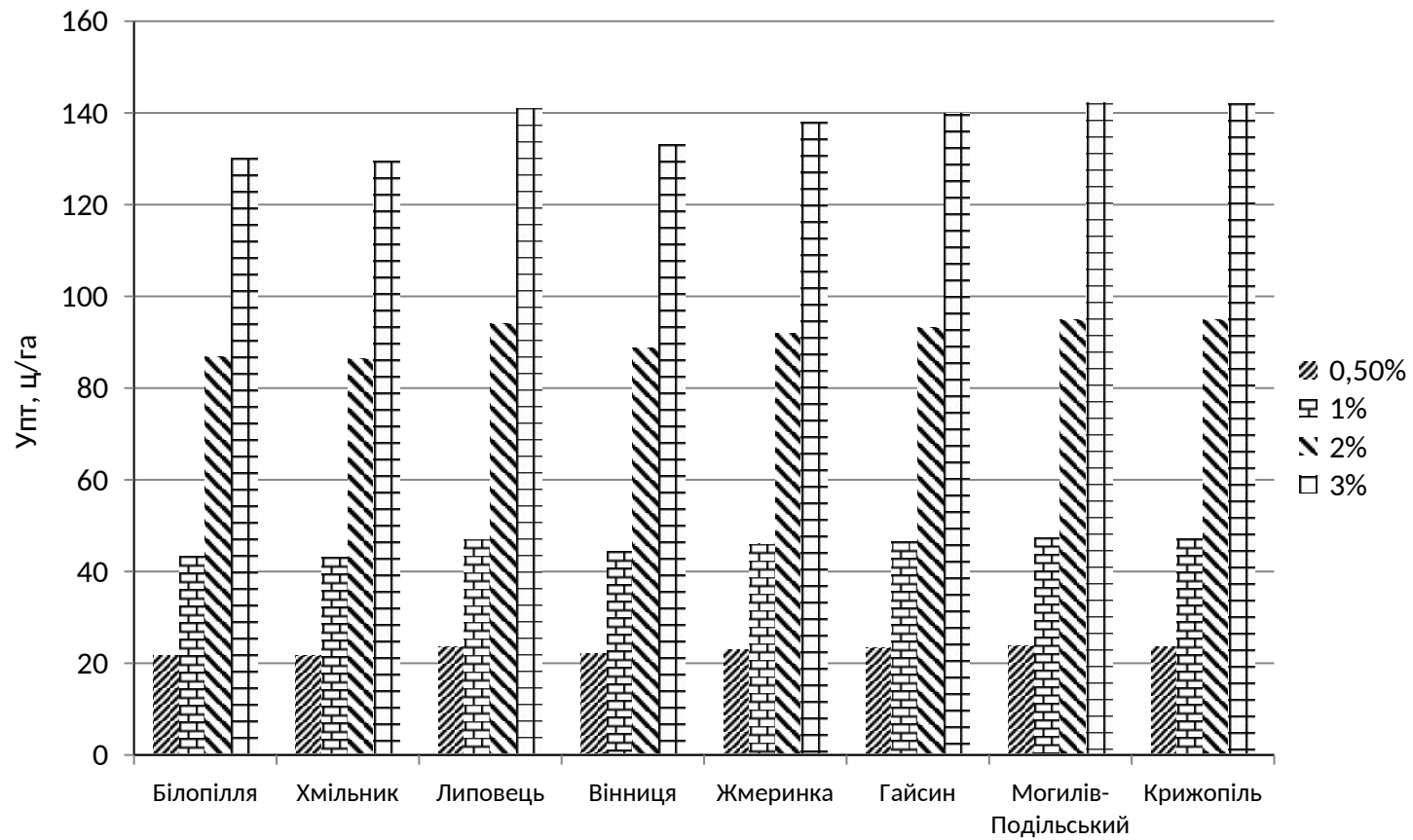


Рисунок 3.1 – Оцінка потенційних врожаїв соняшнику при ККД використання ФАР посівами 0,5% (Ряд 1); 1% (Ряд2); 2% (Ряд 3); 3% (Ряд 4) у Вінницькій області

133,2 ц/га за рахунок зростання сум ФАР як за теплий період з  $T_c > 10^{\circ}\text{C}$ , так і за період активної вегетації культури.

На ст. Крижопіль, яка розташована на півдні посів соняшнику відбувається в більш ранні строки, при цьому вегетаційний період культури складає 95 днів. У відповідності з цим і збільшується  $\sum T_c$  і  $\sum Q_{\phi}$  за цей же період, що приводить до незначного збільшення  $U_{nt}$  культури в порівнянні із центральними районами. Наприклад, при ККД використання ФАР в 1, 2, 3 % врожаї складають відповідно 47,2, 94,9 і 142,1 ц/га. Діапазон зональних відмінностей у потенційних урожаєх при ККД використання ФАР 1% і 3% між північними і південними районами складає відповідно 3,8 ц/га та 11,9 ц/га (рис. 3.1).

Для розрахунку урожаїв дійсно-можливих ( $U_{dm}$ ) нами було одержано агрокліматичну оцінку умов зволоження вегетаційного періоду культури соняшник в районі досліджуваних станцій. Розраховані наступні показники: сума опадів ( $\sum R$ , мм), сума насичення дефіцитом водяної пари ( $\sum d$ , мм), запаси продуктивної вологи на початок періоду ( $W_{п}$ , мм), запаси продуктивної вологи на кінець періоду ( $W_{к}$ ), фактичне випаровування ( $E_{ф}$ , мм), оптимальне сумарне випаровування ( $E_0$ , мм), вологозабезпеченість ( $V$ , відносні одиниці) (табл. 3.4).

Встановлено, що посів соняшнику в середньому багаторічному відбувається в північних районах 15-16 квітня, в центральних – 14 квітня, а в південних 12-13 квітня. Вегетаційний період складає 91-95 днів. Дозрівання культури спостерігається на півночі 17-18 серпня, в центральних районах – 17-19 серпня, а на півдні 15-16 серпня. В даний період в середньому по області випадає 294 мм сум опадів, дефіцит насичення водяною парою коливається в межах 614 – 733 мм. На початок вегетації запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту складають в північних районах 183-186 мм, в центральних 161-177 мм, а на півдні знижуються до 173-170 мм. На кінець

Таблиця 3.4 – Середні багаторічні показники ресурсів води та вологозабезпеченості вегетаційного періоду соняшнику у Вінницькій області

№ п/п	Станція	Дата посіву	Дата дозрівання	$\Sigma R$ , мм	$\Sigma d$ , мм	$W_{пз}$ , мм	$W_{кз}$ , мм	$E_0$	$E_{ф}$	$V$ , відн. од.
1	Білопілля	16.IV	18.VIII	284	641	183	136	417	331	0,79
2	Хмільник	15.IV	18.VIII	320	614	186	138	399	368	0,92
3	Липовець	14.IV	17.VIII	312	664	161	110	432	363	0,84
4	Вінниця	14.IV	19.VIII	292	633	184	133	411	343	0,83
5	Жмеринка	14.IV	17.VIII	300	650	177	128	423	349	0,83
6	Гайсин	12.IV	12.VIII	264	640	171	123	416	312	0,75
7	Могилів-Подільський	13.IV	15.VIII	286	733	173	114	476	345	0,72
8	Крижопіль	12.IV	16.VIII	294	658	170	115	428	349	0,82

вегетаційного періоду запаси продуктивної вологи зменшуються та коливаються в межах 136-110 мм. За даних умов зволоження сумарне випаровування коливається в межах 399 – 475 мм, а фактична вологопотреба від 312 до 368 мм. Отже, за вегетаційний період культури вологозабезпеченість коливалася по території області в межах 72 - 92%.

Встановлено, що значення  $U_{\text{дм}}$  соняшнику збільшуються по мірі зволоження досліджуваної території (рис. 3.2). Це обумовлює і деякі різниці в значеннях дійсно-можливих врожаїв по території області. Так, в північних районах області на ст. Білопілля вологозабезпеченість вегетаційного періоду культури складає 73%. При ККД використання ФАР в 1 і 3 % дійсно-можливий урожай культури складає 34,2 та 102,6 ц/га відповідно. На ст. Хмільник, що розташована на північному заході вологозабезпеченість вегетаційного періоду збільшується до 92%, як слідство  $U_{\text{дм}}$  при ККД в 1 та 3% тут збільшується до 39,8 та 119,4 ц/га.

В центральній частині області на ст. Липовець, Вінниця, Жмеринка вологозабезпеченість вегетаційного періоду соняшнику складає 83-84 %. Тут  $U_{\text{дм}}$  при ККД використання ФАР в 1 та 3% складає 36,8-39,4 ц/га та 110,4-118,2 ц/га. Виключення складає ст. Гайсин, яка знаходиться в більш східній частині області. Де вологозабезпеченість зменшується до 72%, відповідно і дійсно-можливий урожай тут де що менший 35 та 105 ц/га при ККД використання ФАР 1 та 2% відповідно.

На півдні області (ст. Крижопіль) вологозабезпеченість вегетаційного періоду складає 82%. Тут дійсно-можливий врожай культури при ККД використання ФАР в 1 та 3% складає 38,8 та 116,4 ц/га відповідно. Найменший дійсно-можливий врожай формується на ст. Могилів-Подільський, де вологозабезпеченість вегетаційного періоду найнижча по області та складає 72%. Тут  $U_{\text{дм}}$  знижується до 34,2 та 102,6 ц/га при ККД використання ФАР в 1 та 3% відповідно.

Одержані результати по еталонним врожаям соняшнику у Вінницькій області характеризують умови відкритого рівного місця.

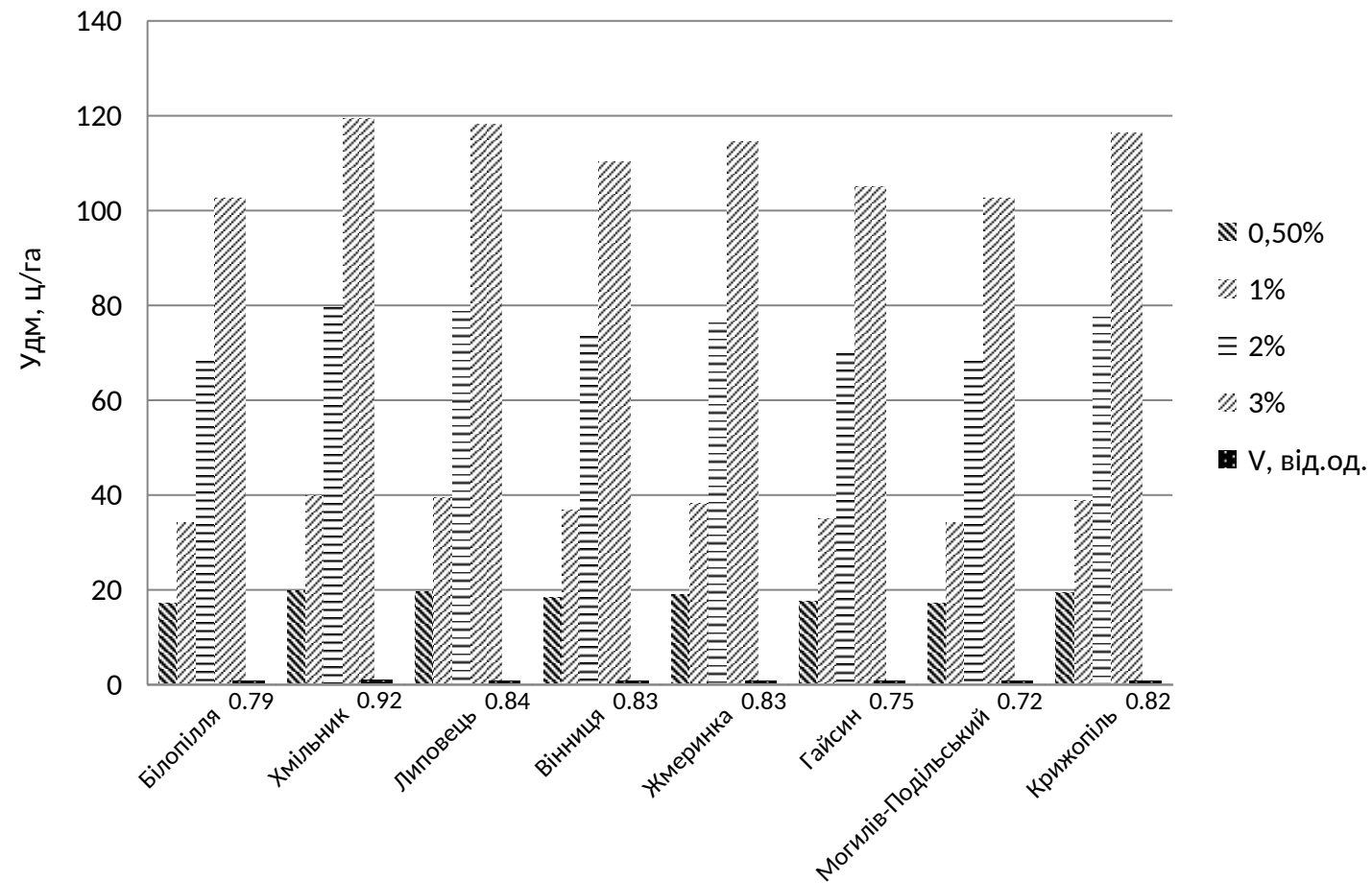


Рисунок 3.2 - Оцінка дійсно-можливих врожаїв соняшнику при КПД використання ФАР посівами 0,5% (Ряд 1); 1% (Ряд2); 2% (Ряд 3); 3% (Ряд 4) у Вінницькій області

### 3.4 Оцінка ступеню ефективності вирощування соняшнику в Вінницькій області

І на завершення виконана порівняльна оцінка врожаїв потенційних і дійсно-можливих з виробничими урожаями соняшнику для ряду пунктів Вінницької області. Для цієї мети розрахована різниця ( $Y_{nt} - Y_{ov}$ ), що характеризує недобір врожаю, викликаного тим, що погодні умови не ідеальні, а також коефіцієнт сприятливості кліматичним умовам ( $K_{cn}$ ) за формулою

$$K_{cn} = \frac{Y_{дв}}{Y_{пт}} \quad (3.16)$$

Коефіцієнт ефективності використання погодних або кліматичних ресурсів ( $K_e$ ) показує яку частку становить урожай у виробництві від дійсно можливого. Він розрахований за формулою:

$$K_e = \frac{Y_v}{Y_{дм}} \quad (3.20)$$

Фактичні значення  $K_e$  характеризують існуючий рівень і культуру землеробства, а різниця ( $Y_{дм} - Y_v$ ) показує недобір врожаю, вирощеного в виробництві від дійсно-можливого врожаю за кліматичними умовами.

Наші дослідження показали, що в Вінницькій області коефіцієнт сприятливості погодних умов для вирощування гороху не перевищує 0,9 на північному заході (ст. Хмільник); в центральних районах області (ст. Липовець, Вінниця, Жмеринка) – 0,8; на півдні (ст. Крижопіль)  $K_{cn}$  складає 0,8, а на південному заході (ст. Могилів-Подільський) – 0,7 (табл.

3.4). При цьому недобір врожаю дійсно-можливого насіння соняшнику по відношенню до потенційного врожаю при ККД використання ФАР посівами в 1% складає для північно-західної частини області 3,4 ц/га; для центральних районів – 7,6-7,8 ц/га, а для півдня – 8,4 ц/га. Виключення складає ст. Могилів-Подільський, де недобір  $U_{dm}$  по відношенню до  $U_{nm}$  складає 13,2 ц/га (табл. 3.5). При  $\eta$  рівному 3% недобір  $U_{dm}$  по відношенню до  $U_{nm}$  в північно-західному районі складає 10,2 ц/га, в центральних районах – 22,8-23,4 ц/га, а в південних – 25,2 ц/га. На ст. Могилів-Подільський аналогічно даний недобір найвищий – 39,6 ц/га.

Різниця ( $U_{ov} - U_v$ ) показує наскільки урожай у виробництві наближений до урожаю дійсно-можливого. В останні роки аграрії отримують доволі високі врожаї культури у виробництві. Так, в умовах Вінницької області на богарі отримують 25,8-34 ц/га насіння соняшнику. Із отриманих розрахункових даних видно, що при ККД використання ФАР в 1 % на ст. Хмільник (північний захід області) урожай у виробництві нижче урожаю дійсно-можливого на 5,8 ц/га. В центральних районах області ( ст. Липовець, Вінниця, Жмеринка) спостерігається недобір в межах 5,6-7,2 ц/га. На півдні (ст. Крижопіль) недобір урожаю у виробництві в порівнянні з дійсно-можливим сягає 13 ц/га. На ст. Могилів-Подільський даний недобір найменший – 6,2 ц/га. Якщо ж розглядати значення ККД використання ФАР посівами в 3,0%, то тут чітко відслідковується недобір урожаїв у виробництві порядку 74,6-90,6 ц/га. Позитивні значення вищевказаних різниць вказують на додатковий резерв за умови використання ресурсів клімату в Вінницькій області шляхом правильного підбору сортів соняшнику, раціонального їх розміщення, інтенсивної технології обробітку.

Коефіцієнтом ефективності використання кліматичних ресурсів, тобто рівень культури землеробства ( $K_e$ ) при ККД використання ФАР 1, 2, 3 % найвищий на ст. хмільник (північний захід області) та складає відповідно 0,9, 0,4, 0,3 ц/га. В центральних районах та на південному заході області значення

Таблиця 3.5 - Кількісна оцінка ступеня сприятливості клімату та ефективності його використання для отримання врожаїв соняшнику (ц/га) у Вінницькій області

Станція	$\bar{Y}_e$ , ц/га	$(Y_{nt} - Y_{dm})$ при $h$ , %			$(Y_{dm} - Y_e)$ при $h$ , %			$K_e$ при $h$ , %			$K_{cn}$ при $h$ , %
		1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	
Хмільник	34,0	3,4	6,8	10,2	5,8	45,6	85,4	0,9	0,4	0,3	0,9
Липовець	32,2	7,6	15,2	22,8	7,2	46,6	86,0	0,8	0,4	0,3	0,8
Вінниця	31,2	7,6	15,2	22,8	5,6	42,4	79,2	0,8	0,4	0,3	0,8
Жмеринка	32,4	7,8	15,6	23,4	5,8	44,0	82,2	0,8	0,4	0,3	0,8
Могилів- Подільський	28,0	13,2	26,4	39,6	6,2	40,4	74,6	0,8	0,4	0,3	0,7
Крижопіль	25,8	8,4	16,8	25,2	13,0	51,8	90,6	0,7	0,3	0,2	0,8

$K_e$  однакові і складають 0,8, 0,4, 0,3 ц/га. На півдні (ст. Крижопіль) даний коефіцієнт знижується відповідно до 0,7, 0,3, 0,2 ц/га.

Із одержаних результатів можна зробити наступні висновки про те, що при вирощуванні соняшнику у Вінницькій області у виробничих умовах ефективність використання сонячної радіації цією культурою для формування врожаю знаходиться на рівні 0,9% (північний захід області); 0,8% в центральних районах 0,8% та на півдні на рівні 0,7%. Отже, є значний резерв для одержання більш високих врожаїв у відповідності до агрокліматичних ресурсів області. Можливе підвищення ефективності використання ФАР посівами соняшнику до 1,5-2,0 % за рахунок проведення правильних агротехнічних заходів і впровадження врожайних сортів культури.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра можна зробити наступні висновки:

1. Агрокліматичні умови Вінницької області характеризуються загалом сприятливими параметрами для розвитку сільського господарства. Клімат регіону – помірно континентальний, з теплим літом, м'якою зимою та рівномірним розподілом опадів упродовж року. Характерною рисою клімату є його поступова зміна протягом сезонів, наявність весняних і осінніх туманів та рос, відлиги взимку.

На території області виділяють два агрокліматичні райони. Перший охоплює північну та центральну частини регіону, де спостерігається помірне теплозабезпечення й достатній рівень зволоження (гідротермічний коефіцієнт – 1,4–1,6). Другий район, що включає південні та південно-східні райони, характеризується достатнім теплозабезпеченням, але нижчим рівнем зволоження (ГТК – 1,2–1,3), що свідчить про посилення континентальності клімату в південно-східному напрямку.

Крім того, природно-ресурсний потенціал області є одним з ключових чинників її аграрного розвитку. Чорноземи займають понад 40% території, а сірі опідзолені ґрунти – близько 50%, що створює підґрунтя для стабільного землеробства. Значну роль у водному забезпеченні відіграють річки Південний Буг та Дністер, а ліси, які займають 13% площі, виконують важливу кліматорегулюючу та екологічну функцію.

Загалом, поєднання сприятливого клімату, родючих ґрунтів і водних ресурсів формує потужний агрокліматичний потенціал Вінницької області, який є підґрунтям для ефективного функціонування багатогалузевого сільськогосподарського комплексу.

2. Агроекологічна оцінка орних земель Вінницької області засвідчує значну інтенсивність їх використання, що супроводжується зростаючим антропогенним навантаженням та погіршенням екологічної стабільності

агроландшафтів. Сільськогосподарські угіддя займають близько 76% загальної площі області, з яких 65,3% становить рілля. У межах Немировської територіальної громади цей показник є ще вищим – 87%, що значно перевищує екологічно допустимий рівень розораності території.

Результати дослідження свідчать, що коефіцієнт екологічної стабільності території Немирівської громади становить 0,26, що відповідає критерію екологічно нестабільної зони. Одночасно коефіцієнт антропогенного навантаження становить 3,6, що характеризує територію як таку, що зазнає помірного, але критичного рівня впливу господарської діяльності.

Ґрунтовий покрив регіону є переважно представлений чорноземами (близько 50,1%) та сірими опідзоленими ґрунтами (приблизно 33%), середній вміст гумусу в яких становить 2,94%. Найбільш родючі — типові чорноземи з вмістом гумусу понад 4%. Водночас тривале інтенсивне використання ґрунтів без належного агрохімічного балансу призводить до деградаційних змін, зокрема зниження вмісту гумусу, порушення структури ґрунту та зниження його водозатримувальної здатності.

Ключовими проблемами залишаються надмірна розораність земель, порушення просторової рівноваги між орними угіддями та природними стабілізуючими територіями (луками, пасовищами, лісами, болотами), а також недостатній рівень застосування ґрунтозахисних технологій.

Для покращення агроекологічного стану земель рекомендовано:

- ✓ зменшити розораність території щонайменше на 25–30%,
- ✓ вилучити з обробітку малопродуктивні та деградовані землі,
- ✓ впроваджувати науково обґрунтовані сівозміни та екологічно адаптивні методи землекористування,
- ✓ збалансувати просторову структуру угідь шляхом відновлення лісів, залуження територій та охорони водно-болотних екосистем.

У контексті сталого сільського господарства, така стратегія дозволить не лише підвищити екологічну стабільність територій, а й зберегти

продуктивність ґрунтів для наступних поколінь, що є критично важливим для забезпечення продовольчої безпеки та збереження екосистемної рівноваги.

3. У результаті проведеного агроекологічного аналізу встановлено, що соняшник як сільськогосподарська культура має виражені вимоги до світла, тепла та вологи. Для формування повноцінного врожаю соняшник потребує суми активних температур у межах 1850–2450 °С, вологозабезпечення в межах 3000–6000 т води з 1 га, а також достатнього рівня фотосинтетично активної радіації (ФАР), що безпосередньо впливає на продуктивність.

Агрокліматичні ресурси Вінницької області загалом сприятливі для вирощування цієї культури, однак їхній розподіл є нерівномірним. Виявлено тенденцію до зростання сум температур, тривалості теплого періоду та надходження ФАР з півночі на південь області. Зокрема, найвищі показники ФАР (до 1549 МДж/м<sup>2</sup>) та тривалість теплого періоду (до 172 днів) зафіксовано в південних районах (Могилів-Подільський, Крижопіль).

Розрахунки потенційної ( $Y_{nm}$ ) та дійсно-можливої врожайності ( $Y_{dm}$ ) соняшнику, здійснені на основі фізико-статистичних моделей типу «клімат–врожай», продемонстрували наявність значного виробничого резерву. Так, при коефіцієнті використання ФАР (ККД) на рівні 1% потенційна врожайність становила від 43,4 до 47,2 ц/га, тоді як при 3% – до 142,1 ц/га. У той самий час дійсно-можлива врожайність варіювалася в межах 34,2–39,8 ц/га (1%) та до 119,4 ц/га (3%), залежно від зони.

Фактичні врожаї у виробничих умовах (25,8–34,0 ц/га) істотно поступаються дійсно-можливим, що вказує на наявність недобору врожаю, пов'язаного як з кліматичними факторами, так і з агротехнічними недосконаlostями. Зокрема, коефіцієнт ефективності використання кліматичних ресурсів ( $K_e$ ) коливався від 0,9 на північному заході області до 0,7 на півдні.

Таким чином, отримані результати свідчать про наявність значного потенціалу для підвищення урожайності соняшнику в межах Вінницької області. Реалізація цього потенціалу можлива за умови:

- використання адаптованих до зональних умов сортів,
- впровадження ефективної технології вирощування,
- врахування агрокліматичних особливостей регіону,
- оптимізації вологозабезпечення та підвищення ефективності використання ФАР.

Підвищення ККД використання ФАР навіть до рівня 1,5–2% здатне суттєво збільшити продуктивність соняшнику і забезпечити раціональне використання агрокліматичних ресурсів регіону.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Концепція сталого розвитку агроєкосистем в Україні на період до 2025 року // Критерії та індикатори сталого розвитку лісової галузі України; за ред. О.І.Фурдичка. К.: НораПрінт, 2003. С.107 – 137.
2. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986 – 2005 рр) /за редакцією начальника Вінницького ЦГМ М. М. Кошавки та к. геогр. н. Т.І.Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. С. 209.
3. Шершун М. Х. Екологічні проблеми природокористування в аграрному секторі економіки. *Агроєкологічний журнал*. 2009. №3. С.13-16.
4. Методичні рекомендації з комплексної агроєкологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. О. О. Ракоїд. К.: Логос, 2008. 51 с.
5. Тараріко О. Г. Подолання опустелення та деградації земель як базова основа збалансованого розвитку сільського господарства. *Екологічний вісник*. 2007. №5 (45). С.20-22.
6. Риде Н.А. Экологическая оценка агробиоценозов: теория, методика, практика. Херсон: Олди–плюс, 2011. 568 с.
7. Земельні ресурси України / За ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. К.: Аграрна наука, 1998. 150 с.
8. Шапар А.Г., Ємець М.А., Копач П.І. Методичні вказівки з розробки регіональних стратегій сталого розвитку. Дніпропетровськ: Вид-во “Моноліт”, 2003. 131 с.
9. Третяк А. М., Друга В. М. Методологія і методика наукових досліджень у землевпорядкуванні: навч. посіб. *Аграрна наука*. 2005. 300 с.
10. Сохнич А. Я. Моніторинг земель: навч. посіб. Львівський державний агроуніверситет. Львів. 1997. 131 с.
11. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. проф. П. І. Коваленка. К.: Аграрна наука, 2001. 214 с.

12. Агроекологічний стан окремих земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення: метод. рек. / Н. А. Макаренко, О. О. Ракоїд, Є. Л. Москальов [та ін.]; За ред. О. І Фурдичка. К.: 2005. 54 с.
13. Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П., Мельник Г. Г. Екологічна оцінка сучасних систем землекористування Київської області. *Агроекологічний журнал*. 2006. № 4. С. 35-41.
14. Морозюк О. М. Агроекологічна оцінка земель сільськогосподарського призначення Житомирської області. Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2020: зб. тез доповідей III всеукр. наук.-практ. конф., 03-05 червня 2020 р. Житомир. С.95 -97.
15. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / Третяк А.М., Третяк Р.А., Шквар М.І., К.: Ін-т землеустрою УААН, 2001. 15 с.
16. Попова О.Л. Екодіагностика природо-господарської організації території України: агроландшафтний аспект (с.96) науковий журнал; Ін-т екон. та прогнозув. НАН України. – 2012. – № 3. – 160 с. – ISSN 1605–7988
17. Булигін С.Ю., Думін Ю.В., Куценко М.В. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування. Харків: ТОВ “Світло зі Сходу”, 2001. 168 с.
18. Прикуп О. Динаміка організації різних типів угідь на території Одеської області. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 7. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2016\\_7\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_7_3).
19. Екологічний паспорт Вінницької області, 2024 р. URL: [in.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnuy%20pasport%202024\\_%20.pdf](http://in.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnuy%20pasport%202024_%20.pdf) (дата звернення 30.05.2025 р.)
20. Соціально-економічний аналіз Немирівської міської об'єднаної територіальної громади. URL: <https://nemuriv-mrada.gov.ua/strategiya-rozvitku-teritorialnoi-gromadi-15-05-03-17-10-2017/> (дата звернення 03.06.2025 р.)
21. Кирнасівська Н.В. Землеробство та рослинництво: конспект лекцій.

Одеса: „Екологія”, 2008. 283 с.

22. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво: навч. посіб. (II частина). Вінниця: Видавництво ТОВ "Друк", 2020. 284 с.

23. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: пірочник. ОДЕКУ, Одеса. 2013. 217 с.

24. Жигайло, О. Л. ., Вольвач, О. В. ., Толмачова, А. В. ., & Костюкевич, Т. К. . (2021). Вплив змін клімату на урожайність соняшнику в північному Степу України: аналіз і прогноз. *Scientific Progress & Innovations*, (1), 180–186. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.22>

25. Debaeke, P., Casadebaig, P., Flenet, F., & Langlade, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL*, 24 (1), D 102. doi: 10.1051/oc/2016052

26. Koocheki, A., Nassiri, M., Soltani, A., Sharifi, H., & Ghorbani, R. (2006). Effects of climate change on growth criteria and yield of sunflower and chickpea crops in Iran. *Climate Research*, 30 (3), 247–253. doi: 10.3354/cr030247

27. Hudaverdi, G., Yasin, O., Nilgun, B., Huseyin, B., & Mustafa, Y. (2020). Possible Impacts of Climate Change on Sunflower Yield in Turkey. *Agronomy. Climate Change & Food Security*. doi: 10.5772/intechopen.91062

28. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986 – 2005 pp) /за редакцією начальника Вінницького ЦГМ М. М. Кошавки та к. геогр. н. Т.І.Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. С. 209.

29. Головне управління статистики у Вінницької області. URL <https://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information/7444-2018-09-18-13-26-30.html> (дата звернення: 01.06.2025)