

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЗАПОРОЖЧЕНКО ВІКТОРІЯ ЮРІЇВНА

УДК 633.31: 631.671

ДИСЕРТАЦІЯ
РОЗРОБКА ВОДОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ
ЛЮЦЕРНИ В СТЕПОВІЙ ТА ЛІСОСТЕПОВІЙ
ЗОНАХ УКРАЇНИ

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

В.Ю. ЗАПОРОЖЧЕНКО

Наукові керівники:

ЛИТОВЧЕНКО Олексій Федорович, доктор географічних наук, професор,
Заслужений працівник народної освіти України;

ТКАЧУК Андрій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Дніпро – 2017

АНОТАЦІЯ

Запорожченко В. Ю. Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2017; ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2017.

За результатами досліджень одержано репрезентативні часові ряди запасів вологи під посівами люцерни для визначення характерних за природним зволоженням років. За проведеними розрахунками встановлено, що збільшення періоду спостережень не є передумовою його репрезентативності. Виявлено, що 22-річний період (1966-1987 рр.) є репрезентативним порівняно з 68-річним (1948-2015 рр.). Результати розрахунків зрошуваних норм люцерни узагальнені у вигляді карт багаторічного просторового розподілу водозберігаючих зрошувальних норм окремо для років нормативної 75 %-ї та 95%-ї забезпеченості під посівами фуражної та насінневої люцерни. На підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначено коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміна протягом вегетаційного періоду. Доведено, що коливання цього показника протягом вегетаційного періоду характеризується високою амплітудою: на початку поливного періоду він складає у середньому 0,75, а наприкінці – зменшується до 0,15. За результатами проведених розрахунків встановлено, що в середньому при проведенні поливів люцерни за розробленими водозберігаючими режимами зрошення необхідно на 29% менше поливної води порівняно з водозберігаючими зрошувальними нормами, рекомендованими в ДБН.

Ключові слова: ґрунтові вологозапаси, водозберігаючий режим зрошення, репрезентативний період, люцерна, агрогідрометеорологічний метод, фрагментарний гідрограф, цикл вологості, модульний коефіцієнт, інтегральна крива.

SUMMARY

Zaporozhchenko V.Yu. Developing water saving irrigation regimes of the alfalfa in the Steppe and Forest Steppe Zones of Ukraine. - Qualifying scientific work on the manuscript.

Thesis for a degree in agricultural sciences (PhD) in specialty 06.01.02 - agricultural reclamation. - Dnipropetrovs'k State University Agro-Economic, Dnipro, 2017; Kherson State Agrarian University, Kherson, 2017.

The research obtained representative time series of water reserves to determine specific years for natural moisture under crops of alfalfa. According to calculations conducted found that increasing the observation period is not a prerequisite for its representation. Revealed that 22-year period (1966-1987) is representative compared to the 68 years (1948-2015). The calculation results are irrigated alfalfa norms summarized in the form of maps multi spatial distribution of water-saving irrigation norms separately for years regulatory is 75% and 95% availability during is fodder crops and seed alfalfa. Based on the developed irrigation regimes studied culture defined absorption coefficient of irrigation water and its change during the growing season. Proved that the fluctuations in this indicator during the growing season characterized by high amplitude, at the beginning of irrigation period, he is an average of 0.75, and in the end - is reduced to 0.15. The results of calculations found that on average during the irrigation of alfalfa for water-saving developed irrigation regims need 29% less irrigation water compared to water-saving irrigation standards recommended in the SBN.

Key words: water supply in soil, water-saving irrigation regime, representative period, alfalfa, hydroagrometeorological method, fragmentary hydrograph, humidity cycle, the modular ratio, integral curve.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Литовченко А.Ф. Уточнение режимов увлажнения посевов люцерны в степной зоне Украины / А.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография. – Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011.– С. 111-118 (*Формування баз даних показників водного режиму люцерни, проведення розрахунків, математична та статистична обробка експериментальних даних*).

Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Меліхова В.Ю.** Порівняння двох методів розрахунку режимів зрошення люцерни в умовах Південного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – №1. – С. 64-67.

3. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах Північного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Таврійський науковий вісник. – Вип. 52. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 382-386.

4. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – №2. – С. 53-56.

5. **Запорожченко В.Ю.** Визначення коефіцієнта абсорбції поливної води під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 38-39.

6. Ткачук А.В. Оцінка репрезентативності часових рядів для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни у

північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – №3. – С. 44-49 (*Формування баз даних для оцінки репрезентативності часових рядів щодо динаміки водного режиму люцерни, проведення розрахунків, обробка експериментальних даних*).

7. Ткачук А.В. Оцінка впливу кліматичних умов на продуктивність люцерни в Північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2017. – №1. – С. 70-73 (*Узагальнення та обробка метеорологічних даних, встановлення математичних зв'язків між продуктивністю люцерни та погодними умовами*).

Стаття у закордонному виданні

8. **Запорожченко В.Ю.** Метод расчета водосберегающих режимов орошения люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю.Запорожченко** // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 1 (38). Том 24. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – С. 35-42.

Тези доповідей на наукових конференціях

9. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах північного Степу України / **В.Ю. Меліхова**// Тези Міжнародної науково-методичної конференції «Географічні інформаційні системи в аграрних університетах». – Херсон: Айлант, 2007. – С. 92-93.

10. **Меліхова В.Ю.** Подовження статистичних рядів інструментальних вимірювань ґрунтових вологозапасів під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Меліхова** // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2007. – С. 14-16.

11. **Запорожченко В.Ю.** Екологічно безпечний режим зрошення люцерни в умовах Лісостепу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези VI міжнародної молодіжної наукової конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI». – Дніпропетровськ: Інститут проблем природокористування та екології НАН України, 2008. – С. 46-48.

12. Литовченко О.Ф. Оптимізація режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в степовій зоні України / О.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Использование ГИС-технологий при нормировании водопользования в орошаемом земледелии и в экологическом мониторинге. Материалы 4-й Международной научно-методической конференции. Сборник научных работ. – Херсон, 2008. – С. 65-73 (*Розрахунки щодобових запасів вологи під посівами люцерни в степовій зоні України, статистична обробка одержаних даних*).

13. **Запорожченко В.Ю.** Аналіз режимів зрошення посівів люцерни за даними різних методів розрахунку в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах». – Херсон: РВВ "Колос", 2009. – С. 63-65.

14. **Запорожченко В.Ю.** Оцінка агрогідрометеорологічного методу розрахунку режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій». – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – С. 37-38.

15. Ткачук А.В. Метод расчета режима орошения фуражной люцерны в условиях Лесостепи Украины / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Тезисы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – С. 431-434 (*Формування баз даних агрометеорологічних показників, розрахунків, статистична обробка даних, встановлення кореляційних зв'язків, отримання математичних моделей*).

16. **Запорожченко В.Ю.** Метод розрахунку режимів зрошення люцерни на насіння в умовах Південного Степу України / **В.Ю. Запорожченко**// Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою», - Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2013. – С.105-107.

17. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення зрошуваних норм люцерни на насіння в степовій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрямки розвитку сучасних систем землеробства», присвяченої 110-річчю від дня народження професора С.Д. Лисогорова: наукове видання. – Херсон: ВЦ «Колос» – Херсон: ВЦ "Колос", 2013. – С.345–348.

18. **Запорожченко В.Ю.** Удлинение статистических рядов инструментально измеренных ресурсов почвенной влаги под посевами люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю. Запорожченко** // Тезисы заочной международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы техносферной безопасности и природообустройства. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – С. 55-60.

19. **Запорожченко В.Ю.** Раціональне використання поливної води при проведенні зрошення посівів люцерни в умовах степової зони України/ **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки».– Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014.– С. 65.

20. **Запорожченко В.Ю.** Водозберігаючий метод розрахунку режимів зрошення посівів люцерни в умовах Степу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2014. – С. 16-18.

21. **Запорожченко В.Ю.** Просторовий розподіл зрошувальних норм посівів люцерни в умовах степової і лісостепової зон України /

В.Ю. Запорожченко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» – Дніпропетровськ: «Свідлер А.Л.», 2016. – С. 52-55.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ).....	16
1.1. Господарське та еколого-меліоративне значення люцерни при її вирощуванні в Україні та світі.....	17
1.2. Ботаніко-біологічна характеристика та агроекологічні особливості, які необхідно враховувати при формуванні режимів зрошення.....	26
1.3. Особливості застосування розрахункових методів формування режимів зрошення люцерни.....	32
1.4. Ефективність застосування зрошення при вирощуванні люцерни в різних ґрунтово-кліматичних умовах.....	47
Висновки до розділу 1.....	50
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ...	52
2.1. Геоморфологія та рельєф досліджуваної території, ґрунтовий покрив і рослинність.....	52
2.2. Агрокліматична характеристика зони проведення досліджень.....	62
2.3. Методика проведення досліджень	72
Висновки до розділу 2.....	78
РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ПОСІВІВ ЛЮЦЕРНИ В УКРАЇНІ.....	79
3.1. Характеристика методів розрахунку режимів зрошення посівів люцерни в Україні	79
3.2. Подовження статистичних рядів інструментально вимірних ресурсів ґрунтової вологи.....	82
3.3. Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в Степу та Лісостепу України.....	84

Висновки до розділу 3.....	92
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ	
ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ, МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ	
РОСЛИН ТА ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНИХ	
ПОКАЗНИКІВ	95
4.1. Агрогідрометеорологічний метод розрахунку	
щодобових ресурсів ґрунтової вологи під посівами	
люцерни в степовій та лісостеповій зонах.....	97
4.2. Оцінка репрезентативності часових рядів для	
визначення характерних років за природним	
зволоженням	102
4.3. Розрахунок режиму зрошення фуражної та насінневої	
люцерни.....	107
4.4. Створення нейронних мереж продуктивності люцерни	
та прогнозних моделей режимів зрошення для	
локальних і регіональних умов.....	112
Висновки до розділу 4.....	117
РОЗДІЛ 5. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ	
ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ	
ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ	120
5.1. Значення та аналіз коефіцієнту абсорбції поливної води	
під посівами люцерни в досліджуваних умовах.....	120
5.2. Порівняльна характеристика різних методів розрахунку	
режимів зрошення люцерни у виробничих умовах.....	128
Висновки до розділу 5.....	137
ВИСНОВКИ.....	140
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	142
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	143
ДОДАТКИ	164

ВСТУП

Актуальність теми. Сталий розвиток зрошення в Україні, як важливої складової продовольчого та ресурсного забезпечення держави, вимагає раціонального та ефективного використання водних ресурсів і, одночасно, забезпечення екологічно збалансованого розвитку меліорованих територій. Основними чинниками ефективності використання штучного зволоження є оптимізація і нормування витрат поливної води [18-20, 37, 77, 179].

Обов'язковими умовами ефективності водовикористання на зрошуваних землях є запровадження раціональної структури посівних площ з включенням до сівозміни люцерни. В свою чергу це надасть змогу поповнити ґрунт органічною речовиною за рахунок рослинних решток люцерни. Запровадження водозберігаючих режимів зрошення сприятиме раціоналізації водних ресурсів, що дозволить при зменшенні зрошувальних норм збільшити поливні площі. Істотне скорочення площі посіву багаторічних трав внаслідок занепаду галузі тваринництва обумовило погіршення рівня ґрунтозахисної здатності сучасних сівозмін. Орієнтація виключно на вимоги ринку обумовила скорочення площ посівів люцерни та збільшення питомої ваги посівів зернових і технічних культур. Економічна ефективність проведення гідротехнічних меліорацій полягає у вирішенні задач раціонального використання наявних водних ресурсів, з метою отримання максимального економічного ефекту. У зв'язку з цим розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана згідно з науковими програмами і тематичними планами Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету по гідрології ґрунтів за темами «Розробка водозберігаючого методу розрахунку режиму зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України» (державна реєстрація № 0109U008942) і «Розробка технологій, техніки та засобів забезпечення збереження ресурсів, родючості ґрунтів, підвищення

продуктивності та екологічної стійкості агроландшафтів Степу України» (державна реєстрація № 0110U004187). Під час виконання цих програм автор була відповідальним виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень роботи була розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій і лісостеповій зонах України.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання досліджень:

➤ подовжити до репрезентативного періоду та статистично обґрунтувати ряди інструментальних спостережень за вологозапасами під посівами люцерни;

➤ провести оцінку репрезентативності часових рядів, визначити характерні роки за природним зволоженням під посівами люцерни та визначити добові витрати ґрунтової вологи за репрезентативний період в степовій і лісостеповій зонах України;

➤ за обчисленими запасами ґрунтової вологи під посівами люцерни провести розрахунок режимів зрошення і побудувати карти зрошувальних норм;

➤ визначити коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду за розробленими режимами зрошення досліджуваної культури;

➤ визначити економічну та енергетичну ефективність водозберігаючих режимів зрошення.

Об'єктом дослідження є процес зміни вологозапасів під посівами люцерни в досліджуваних умовах.

Предметом дослідження є режим зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України.

Методи дослідження. У роботі використані результати польових досліджень, камеральні, модельні та аналітичні методи досліджень, кореляційний метод, метод статистичного аналізу, методика розрахунку

запасів ґрунтової вологи Литовченка О.Ф., картографічний метод.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що *вперше*:

- розроблено водозберігаючі режими зрошення люцерни, які ґрунтуються на розрахованих щодобових значеннях вологості ґрунту;
- подовжено ряд даних за ґрунтовими вологозапасами через їх недостатність на метеостанціях Степу і Лісостепу України;
- оцінено репрезентативність часових рядів вологозапасів;
- оцінено репрезентативність часових рядів вологозапасів під посівами люцерни для визначення характерних за природним зволоженням років в степовій і лісостеповій зонах України;
- встановлено і представлено просторову мінливість зрошувальних норм люцерни на території Степу і Лісостепу України;
- визначено коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміна протягом вегетаційного періоду, який дозволяє вносити корективи в режим зрошення люцерни.

Удосконалено водозберігаючий режим зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України.

Набув подальшого розвитку агрогідрометеорологічний (АГМ) метод розрахунку режимів зрошення для науково-обґрунтованої ротації сільськогосподарських культур в часі і за територією для умов степової та лісостепової зон України.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає у вирішенні проблем розробки водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України. Наукові розробки та пропозиції, внесені автором, можуть бути використані сільськогосподарськими виробниками, районними та обласними управліннями водного господарства. Розроблені режими зрошення прийняті до впровадження Солонянським міжрайонним управлінням водних ресурсів в Дніпропетровській області та в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області на загальній площі 370 га (додаток А.2-А.3).

Особистий внесок здобувача. Автор приймала безпосередню участь у розробці технічних завдань, у формуванні та аналізі фактичних даних, літературних та фондових матеріалах, проведенні статистичного аналізу результатів досліджень. Автором особисто сформульовані основні наукові положення, проведені математичні розрахунки, узагальнені висновки і рекомендації виробництву.

Апробація результатів досліджень. Матеріали досліджень доповідались та були схвалені на Міжнародній науково-методичній конференції «Географічні інформаційні системи в аграрних університетах» (м. Херсон, 21-22 травня 2007 р., очна); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 4-5 грудня 2007 р., заочна); IV Міжнародній молодіжній науковій конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI» (м. Дніпропетровськ, 9-10 жовтня 2008 р., заочна); Всеукраїнській науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах» (м. Херсон, 26-29 серпня 2009 р., заочна); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій» (м. Дніпропетровськ, 29-30 листопада 2010 р., очна), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою» (м. Миколаїв, 21 травня 2013 р., заочна), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Напрямки розвитку сучасних систем землеробства» (м. Херсон, 11 грудня 2013 р., заочна), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные проблемы техносферной безопасности и природообустройства» (м. Благовіщенськ, 12 лютого 2014 р., заочна), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки» (м. Миколаїв, 01 липня 2014р., заочна), Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 03 грудня 2014 р., заочна), Міжнародній науково-

практичній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» (м. Дніпропетровськ, 19 травня 2016 р., очна), а також на щорічних наукових конференціях факультету водогосподарської інженерії та екології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (2007-2016 рр.).

Матеріали дисертаційної роботи та результати досліджень з розробки водозберігаючих режимів зрошення люцерни впроваджено в освітній процес Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва та Одеського державного аграрного університету (додатки А.4-А.6).

Публікації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 21 наукова публікація, в тому числі: 6 – у фахових виданнях України, 1 – у закордонному журналі; 13 тез доповідей на конференціях (додаток А.1).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел із 212 найменувань, у тому числі 22 – латиницею та додатків. Основний зміст дисертації викладено на 142 сторінках. Її текст ілюстровано 16 рисунками, містить 12 таблиць та 42 додатки.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Світове землеробство починаючи з другої половини ХХ століття і до теперішнього часу ґрунтується на засадах використання інтенсивних технологій вирощування (зрошення, глибокий обробіток ґрунту, хімізація тощо). Незважаючи на те, що інтенсивне землеробство істотно підвищує продуктивність сільськогосподарських культур, вихід продукції з одиниці посівної площі, сприяє зростанню економічних показників, одночасно воно призведе до значної деградації ґрунтів, порушення екологічної рівноваги агроєкосистем, погіршення якості рослинницької продукції, завдаючи значної шкоди довкіллю. В результаті розвитку інтенсивного землеробства і його негативних наслідків вітчизняні та закордонні вчені й агровиробники змушені розробляти нові моделі землеробства, в тому числі, які базуються на ресурсоощадних заходах. Це стосується як мінімізації систем обробітку ґрунту, так і нормування витрат ресурсів сільськогосподарського призначення, зокрема розробку й упровадження водозберігаючих режимів зрошення [2, 20, 42, 166, 178].

Можливість, успішність та ефективність розвитку вирощування люцерни на зрошуваних землях значною мірою обумовлена продуктивністю зрошеного гектару. У зв'язку з цим першочерговим завданням є застосування «правильних» режимів зрошення. Вони повинні ґрунтуватися на енергоефективних, водозберігаючих, а значить і ресурсозберігаючих, технологіях, які забезпечать максимальну інтенсифікацію природно-ресурсного потенціалу для виробництва сільськогосподарської продукції при дотриманні вимог екологічної безпеки [52, 79, 193].

Ведення зрошеного землеробства та використання поливних земель в сучасних умовах повинно базуватись, перш за все, на останніх розробках

меліоративної науки, новітніх енерго- й ресурсозберігаючих технологій. Провідне місце серед них, на нашу думку, займає агрогідрометеорологічний метод розрахунку режимів зрошення сільськогосподарських культур. Порушення екологічної рівноваги супроводжується зниженням економічної ефективності використання земель у сільському господарстві та тягне за собою ряд інших наслідків [82, 89, 119, 207].

Слід також зазначити, що важливим фактором, який обумовив погіршення рівня ґрунтозахисної здатності сучасних сівозмін, стало істотне скорочення площі посіву багаторічних трав внаслідок руйнування галузі тваринництва. Орієнтація виключно на вимоги ринку обумовила скорочення площ посівів люцерни та збільшення питомої ваги посівів соняшнику і зернових культур. Порушення системи сівозмін призвело до виснаження ґрунтів та зменшення продуктивності гектару сівозмінної площі і, як наслідок, негативно позначилося на економічних показниках виробничої діяльності більшості аграрних підприємств.

1.1. Господарське та еколого-меліоративне значення люцерни при її вирощуванні в Україні та світі

Ґрунтовий покрив сільськогосподарських ландшафтів є головним фактором, який забезпечує сталий і високопродуктивний розвиток не тільки агроекологічних систем, проте й біосфери в цілому. Тому охорона ґрунтів безумовно є фундаментальною проблемою, вирішення якої є необхідною умовою забезпечення сталого розвитку високопродуктивних аграрних виробничих систем. Під сталим розвитком слід розуміти можливість забезпечення запрограмованої продуктивності і конкурентоздатності агроecosистем протягом тривалого часу при збереженні екологічних функцій як в цілому агроландшафтів, так і окремих його складових, у тому числі й ґрунтового покриву [171].

Сучасна державна політика використання земельних ресурсів в Україні

недооцінює важливість родючості ґрунтів як основи стабільного функціонування виробничих систем і національної безпеки. Разом з тим, повинно бути зрозумілим, що моделі виробничих систем XXI сторіччя повинні повністю виключати можливість виснаження і деструкцію ресурсного та біосферного потенціалу природного середовища [1, 19, 51].

В Україні сільськогосподарські землі займають 71,5% від загальної площі, в тому числі орні землі складають 55,2%. До 1985 р. здійснювалась політика збільшення площі орних земель, внаслідок чого їх питома вага підвищилась з 78,7 в 1960 р. до 81,8% – в 1985 р. Починаючи з 1986 р. і до цього часу площа орних земель поступово скорочувалась як за рахунок обмеження подальшого введення в оборот нових земель, так і припинення розорювання сіножатей і пасовищ на дуже крутих схилах. У той же час з орних земель виділені значні площі для забезпечення худоби громадян пасовищами і сіножатями навколо населених пунктів [79].

Відповідно концепції розвитку ґрунтозахисного землеробства на період 1990-2005 рр. (затверджена Кабінетом Міністрів України 8.05.90) було передбачено вивести з обробітку близько 2,0 млн. га деградованих земель. В окремих регіонах ця програма виконана. Необхідно відзначити, що і після цього ерозія є основним, найбільш масштабним фактором зниження родючості ґрунтового покриву та деградації сільськогосподарських ландшафтів. Тільки за 1961-1990 рр. площа еродованих ґрунтів збільшилась на 2,1 млн. га і досягла 10,2 млн. га. Причому найбільш інтенсивно еродують родючі чорноземні ґрунти. При збереженні таких темпів посилення ерозійних процесів площа еродованих земель за прогнозними оцінками збільшиться на 2,0-2,5 млн га і досягне 12-12,5 млн га [15, 19, 30, 50, 98].

Важко підрахувати економічні втрати, екологічні наслідки цього негативного процесу. Впевнено можна тільки констатувати, що при такому сценарії різко зростуть витрати ресурсів та енергії на компенсацію втраченої родючості ґрунтів, не піддаються оцінці екологічні втрати, в т. ч. внаслідок деградації малих річок та забруднення водних джерел [3, 129, 148].

З кожним роком все гостріше відчувається дефіцит повноцінного тваринного білка для харчування населення України. Для вирішення цієї проблеми необхідно відтворити тваринницьку галузь, зміцнивши її кормову базу. Визначна роль у цьому належить підвищенню врожайності всіх сільськогосподарських культур на основі інтенсифікації землеробства, проте науково-технічний прогрес та його наслідки призвели до виснаження природних ресурсів, забруднення довкілля і кризової ситуації, у тому числі й в галузі сільського господарства [187].

Розробка й впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур обумовило антропогенний тиск на довкілля і сприяло стрімкій деградації ґрунтів та зростанню матеріально-енергетичних витрат на виробництво продукції [5]. У зв'язку з цим необхідно розробити енергозберігаючі екологічно безпечні технології для унеможливлення негативного впливу агротехнічних заходів на навколишнє середовище та забезпечення населення високоякісними продуктами харчування.

За даними вчених [22, 24, 58], до 2010 р. з метою забезпечення повноцінної годівлі тварин збалансованими кормами необхідно збільшити площі кормових угідь в Україні до 8,2 млн га, у тому числі люцерни до 3 млн га. Найбільш актуальною задачею у кормовиробництві є стабілізація виробництва кормів, а надалі – вдосконалення та відновлення інтенсифікації галузі [84]. За сучасних умов господарювання при значному зменшенні поголів'я тварин головним напрямком є покращення їх годівлі на основі підвищення енергетичної та протеїнової повноцінності кормів. Вирішити це питання можливо на основі удосконалення структури посіву, впровадження енергозберігаючих технологій вирощування кормових культур та збільшення виробництва кормового білка для тваринництва, біологізації та екологізації кормовиробництва. Важливим фактором підвищення ефективності травосіяння і зміцнення кормової бази є розвиток насінництва багаторічних трав.

Стратегічним напрямком розвитку польового травосіяння, для істотного поліпшення системи кормовиробництва в зоні Степу України, є розміщення

посівів бобових трав та їх сумішок зі злаковими до 55-60% від загальної площі посіву кормових культур. Значимість цих агрофітоценозів зводиться не тільки до розв'язання проблеми кормів для тваринництва, проте і до збереження родючості ґрунту та охорони навколишнього середовища [122].

В історичному аспекті люцерна належить до найстаріших кормових трав, які використовувалися людиною для годівлі різноманітних свійських тварин і птиці. Батьківщиною люцерни є Персія, звідки у IV століття до н.е. вона потрапила у Грецію, в подальшому в Італію, Іспанію та Францію. З Європи вона була перевезена в Канаду, США. В Україні люцерну вирощують з 40-50-х років XVIII століття в Подільській, Полтавській, Таврійській, Київській, Єкатеринославській та інших губерніях [22, 133, 135].

За даними С.П. Голобородька [50], на Херсонщині багаторічні трави, в тому числі і люцерну, вирощують з 1856 року. На дослідній сільськогосподарській станції м. Херсона в дослідях В.П. Батиренко (1916 р.) її вперше вивчають як насінневу культуру.

В 1901 році в Україні під посівами люцерни було зайнято 20,2 тис. га. В 1953 році посівні площі під цією культурою збільшилися до 1047 тис. га, але з роками, у зв'язку з не завжди виправданими змінами структури посівних площ, в Україні посіви люцерни значно скоротилися. Так, в 1966 році її посівні площі становили 346,6 тис. га [32].

Врожай насіння залишається низьким тому, що насінники люцерни закладають з завищеною нормою висіву насіння – 10-15 кг/га. Крім того, була відсутня увага запиленню люцерни дикими бджолами. Це негативно впливало на рівень запилення посівів і, як наслідок, на врожай насіння. При підготовці ґрунту використовували багаточисельні механічні операції з оранкою ґрунту на глибину 25-27 см, застосовували гербіциди та інсектициди, а також токсичні десиканти. Все це негативно впливало на врожайність насінневої люцерни, яка складала 0,07- 0,09 т/га [189].

З 1974 по 1990 роки удосконалюються технології в умовах зрошення Південного Степу України, на площі 70-80 тис. га насіннева продуктивність

люцерни підвищилася до 0,10-0,13 т/га. З 1991 року в Південному Степу і в цілому в Україні помітний спад у виробництві насіння люцерни. Колективні сільськогосподарські підприємства, відкриті акціонерні товариства, фермерські господарства та селянські спілки при високих цінах на паливо, мінеральні добрива, гербіциди, інсектициди, десиканти знизили врожай люцерни на насіння до 0,02-0,07 т/га. За відсутності достатньої кількості насіння люцерни площі її в окремих областях Південного Степу зменшилися. Наприклад, на Херсонщині в 1980-1990 роках під насінниками люцерни на зрошенні відводили 17-18 тис. га, а з 1995 року намітився їх спад за посівною площею й валовим збором насіння. В 2005 році під насінниками люцерни залишилося 1280 га, в 2012 році їх площа не перевищувала 500 га. Насіннева продуктивність люцерни на півдні України становить 0,02-0,05 т/га [203].

Світова площа люцерни наприкінці другого тисячоліття становила 38 млн га. Найбільше її висівалося в США – 11,7 млн га, в Україні - близько 1,0 млн га [237]. В світовому масштабі люцерна характеризується великою динамікою як за розташуванням в різних країнах, так і стовно продуктивності.

Згідно статистичних звітів встановлено, що в степовій зоні України площа насінневих посівів люцерни становить понад 4 тис. га, що вкрай недостатньо для забезпечення насінневим матеріалом господарств регіону. Одночасно простежується дефіцит якісного насіння культури, що обумовлено відсутністю сучасної екологічнобезпечної технології вирощування та потребує негайного вирішення [172].

У теперішній час у світовому землеробстві різних країн світу найпоширенішою кормовою культурою, яка здатна вирішити проблему збільшення виробництва рослинного білка і підвищення родючості ґрунтів, є люцерна [1, 7, 53]. На всіх континентах Земної кулі люцерну вирощують в більш, ніж 80 країнах світу на площі 34 млн. га, у тому числі в країнах Європи – 6,0; Північної Америки – 12,0 (з них 9,8 США і 2,2 – Канади); Південній Америці – 7,4; Австралії – 2,0 млн га [8].

З багаторічних бобових трав люцерну сіють в усіх країнах розвиненого

тваринництва, оскільки в її зеленій масі і сіні міститься висока кількість протеїну. В 1 ц зеленої маси люцерни міститься 18-22 кг кормових одиниць, 4,1-4,8 кг перетравного протеїну та 6-7 г каротин. Люцерна використовується у всіх зонах її вирощування на зелений корм в чистому вигляді і у складі травосумішок, які вирощують на різних типах природних кормових угідь, а також для заготівки сіна і сінажу [13].

У збільшенні виробництва тваринницької продукції вирішальне значення має створення міцної кормової бази і забезпечення тварин високоякісними кормами, збалансованими за білком, вітамінами та мінеральними елементами. Відомо, що у створенні цієї бази для тваринництва велику роль відіграють багаторічні трави [40].

На початку 90-х років минулого століття у степовій зоні України в групі кормових культур 40-45% площі займали посіви люцерни, які забезпечують 50-60% білку, що поступає із зеленими кормами. У 1995 році площа збирання сіяних багаторічних трав разом з сінокосами та пасовищами в перерахунку на один укіс в Україні перевищувала 20 млн га. Важливим є значення багаторічних трав, особливо бобових, не лише для зміцнення кормової бази тваринництва, а й для підвищення родючості ґрунтів, їх азотного балансу, захисту ґрунту від ерозії, для екології та зниження негативних наслідків Чорнобильської катастрофи [29, 47].

При нинішньому стані кормовиробництва недооцінюється роль травосіяння, як джерела кормів в реабілітації екосистем, порушених внаслідок антропогенних факторів, значення його у виробництві конкурентоздатної продукції. Рівень технологічного забезпечення вирощування багаторічних трав значно нижчий, ніж зернових. Звідси витікає помилкова думка про так звану не конкурентоспроможність кормовиробництва, особливо травосіяння, наприклад, в порівнянні із зерновим господарством. Тому скорочуються площі посівів під травами, знижується їх урожайність і доля трав'яних кормів у раціонах тварин [38, 68].

За теперішніх уявлень про повноцінну годівлю, необхідно контролювати

раціони майже по 70 поживних речовинах і елементах живлення. Перехід до повноцінної і збалансованої за білком годівлі означає новий етап у тваринництві, що дозволить покращити племінну справу, підвищити продуктивність тварин, різко скоротити їх захворюваність і витрати кормів. Ліквідація дефіциту кормового білка дозволить підвищити продуктивність тварин в 1,5- 1,8 рази, скоротити затрати кормів на одиницю продукції в 1,7-2 рази. У кормовому клині України щорічно до 1998 р. відводилось 2,5-2,7 млн га люцерні та конюшині. Подальше розширення площ під ними в умовах реального польового травосіяння неможливе, що зумовлено низькою і нестабільною насінневою продуктивністю [50].

Сучасний стан кормовиробництва погіршується в зв'язку із загальним зниженням техніко-технологічного забезпечення сільського господарства [11, 23, 71]. Так, площі під кормовими культурами у 2000 р. скоротилися майже на 20% порівняно з 1990 р., а культурні пасовища – на 70 тис. га, або на 35%. Знижується також біологічна цінність кормів: перетравного білка виробляється в середньому 85 г на кормову одиницю [32].

Доведено, що в структурі кормових культур питома вага посівних площ під багаторічні трави повинна складати не менше половини, в незрошуваних умовах – до 8-10% від площі ріллі. У Херсонській області в 2006 р. цей показник склав лише 1,5%. Скоротилися як площі посіву багаторічних трав, у тому числі і люцерни на зелений корм та сіно, так і насінневого призначення. Якщо у 1980 р. під насінневі посіви люцерни було відведено 10,8 тис. га, то у 2006 р. – лише 0,6 тис. га [167].

Досить різко скоротився і валовий збір посівного матеріалу: від 1898,0 до 122,0 т, тобто в 15,6 рази. Ця тенденція є характерною для господарств усього південного регіону, агрокліматичні умови якого є сприятливими для виробництва насіння багаторічних трав. Попит на насіння цих культур високий, але вартість продукції насінневих, наприклад, люцернових агроecosystem нижча, ніж соняшникових, пшеничних, овочевих. Тому в умовах ринкової економіки виробники сільськогосподарської продукції

нехтують як виробництвом насіння, так і вирощуванням люцерни [100].

Швидкими темпами скорочується і виробництво насіння багаторічних трав. За даними Держкомстату України площі, які відводяться на насінневі цілі, за п'ять років (з 2001 до 2006 рр.) скоротилися більше ніж удвічі (від 123,1 до 55,2 тис. га) [185].

Відповідно зменшуються площі і під насінниками люцерни, які в середньому складають 25–32% від загальної площі насінників багаторічних трав. Так, у 2001 р. агрофітоценози насінневого призначення займали 32,4 тис. га (0,12% від загальної посівної площі), а в 2006 р. – лише 17,1 тис. га (0,07%). Це негативно позначається не тільки на загальному стані насінництва кормових культур, але і на стані кормовиробництва та родючості ґрунтів, показники яких істотно погіршуються з кожним роком [37].

В умовах сьогодення вирощуванням насіння люцерни займаються аграрії підприємств різних форм господарювання. Так, у 2001 р. з 954 га посівів люцерни на насіння лише 91 га (10%) належало державним підприємствам Херсонської області, інші 863 га – недержавним, у т.ч. господарським товариствам – 645 га (67%), приватним підприємствам – 188 га (20%) та ін. [105].

У 2005 р. це співвідношення змінилося. Насіння люцерни було зібране з площі 1348,1 га. Вирощування посівного матеріалу люцерни більше було зосереджене у приватних підприємствах, де отримали врожай на площі 546 га (41% від загальної площі насінників 2005 р.), тобто втричі більший, порівняно з 2001 р. У два рази збільшилась площа під посівами у фермерських господарствах, що, насамперед, пов'язане з досить складною ситуацією з кормами. Слід відмітити, що у державних підприємствах також збільшилась площа, з якої зібрано було насіння культури, від 91 га (в 2001 р.) до 132,5 га (у 2005 р.), тобто на 45,6%. Площа насінників люцерни в господарських товариствах за період з 2001 до 2005 р. зменшилась лише на 33 га, а у структурі посівних площ – від 67 до 45% [208].

Успішний розвиток тваринництва можливий лише за умов створення

стабільної кормової бази. Аналіз її сучасного стану в степовій зоні України свідчить про білково-вітамінний дефіцит у кормових раціонах, який досягає 25-30%, коли на одну кормову одиницю припадає лише 65-70 г перетравного протеїну при нормі 100-110 г. Це та основна причина, яка підвищує собівартість продукції тваринництва, викликає перевитрати кормів, негативно відбивається на збереженні поголів'я тварин [34].

Останнім часом основними виробниками продукції скотарства на півдні є господарства населення, які у 2002-2003 рр. виробляли її майже 75-80% від загального обсягу. З 2003–2004 рр. простежується тенденція скорочення поголів'я корів і в цих господарствах, що пояснюється, в першу чергу, низьким рівнем забезпеченості тварин, особливо великої рогатої худоби, грубими та соковитими кормами. Продуктивність кормового клину низька, на рівні 12-14 ц к. од. з одного гектара. За цей період відбулося зменшення виробництва кормів у перерахунку на кормопротеїнові одиниці в 2 рази і перетравного протеїну в 1,8 рази [12].

Перейти на енергозберігаючу систему кормовиробництва в даний час можливо лише при достатній забезпеченості господарств насінням багаторічних бобових трав, зокрема люцерни. За даними Інституту зрошуваного землеробства НААН загальна потреба в насінні люцерни для Perezalуження лише рівнинних і пологосхиливих природних кормових угідь у нашому регіоні на площі 775 тис. га складає 15,5 тис. тонн, проте наявність посівного матеріалу в даний період не перевищує 1% до потреби [153].

Перед аграріями поставлене завдання перевести в зоні південного Степу ще до 30% ріллі у природні кормові угіддя, сіножаті, що збільшить попит на посівний матеріал до 20-25 тис. тонн. Слід відзначити, що через вкрай недостатнє виробництво насіння люцерни переведення ріллі в цінні угіддя й створення на них високопродуктивних травостоїв для випасання великої рогатої худоби в даний період є дуже складним [71].

Стратегічним напрямком у виробництві насіння багаторічних трав є підвищення їх урожайності, яка коливається в нашій зоні в межах 0,3-2,0 ц/га.

Досягнутий у 1991 р. рівень виробництва насіння люцерни (65 тис. тонн) забезпечував, в основному, тільки потреби польового травосіяння, а для лувівництва їх не вистачало. Площі збирання насіння склали в той час 10% від площі її посівів. У 2003 р. в Україні для збирання насіння трав було відведено лише 3,8% (або 60,7 тис. га), а загальна площа багаторічних трав поточного і минулих років на сіно і зелений корм складала 1607,3 тис. га [48].

З метою забезпечення повноцінної годівлі тварин збалансованими кормами необхідно довести обсяги їх виробництва у найближчі 10 років до 64 млн тонн кормових одиниць. Вони повинні містити 105-110 г перетравного протеїну на одну к. од. Для цього необхідно збільшити площі кормових угідь до 8,2 млн га, у тому числі посівів бобових трав і бобово-злакових кормових сумішей – до 5 млн га, з них 60% люцерни [22].

1.2. Ботаніко-біологічна характеристика та агроекологічні особливості, які необхідно враховувати при формуванні режимів зрошення

Люцерна здобула одне з перших місць серед кормових трав завдяки дешевому корму, а також тим що корм з цієї культури містить джерело повноцінного за амінокислотним складом протеїну та каротину. Крім того, в її листі містяться ксантофіл, вітаміни, мікроелементи, безазотисті екстрактивні речовини (глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль – близько 10-12%) [57].

Люцерна відноситься до зимо- й посухостійких багаторічних кормових культур. Світова площа посівів люцерни становить понад 30 млн га, в тому числі в США більше 10, Аргентині 7 млн га. Посівна площа люцерни в СНД сягає 8-9 млн га, з них в Україні 1,8 млн га, 48% у структурі посівів багаторічних трав. Основні площі люцерни сконцентровані в степовій зоні і Лісостепу, на Поліссі її посіви розширюються дещо повільніше [79].

Серед кормових трав люцерна – найдешевший корм і багате джерело повноцінного за амінокислотним складом протеїну, каротину. В її листі

містяться ксантофіл, вітаміни, мікроелементи, безазотисті екстрактивні речовини (глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль – близько 10-12 %) [50].

Люцерна належить до роду *Medicago* L., родини бобові (*Fabaceae*). З 50 різних видів (в СНД 36 видів) люцерни *Medicago* виробниче значення мають чотири: люцерна синя посівна (*M. sativa* L.), люцерна жовта серпоподібна (*M. falcata* L.), голуба (*M. coerulea* L.) й гібридна (середня) (*M. media* Hoes.). Особливо високу цінність має білок люцерни, зібраної у фазі закінчення стеблуння та початку бутонізації. Найбільше білка в листі, бутонах і квітках, найменше – у стеблах. Усі названі види люцерни мають спільні морфологічні особливості будови різних частин рослин [86].

Люцерна синя – рослина верхова (висота стебла 80-150 см) нещільнокущового типу. Розрізняють укісний, пасовищно-укісний і пасовищний екотипи. Укісний екотип має напіврозлогу розетку весняного відростання і прямостоячий кущ; пасовищно-укісний – розлогу розетку весняного відростання і напіврозлогий кущ; пасовищний екотип – сланку розетку і напівсланку форму куща [173].

У люцерни добре розвинена коренева система, яка в перший рік життя проникає в ґрунт на глибину 2-3, а в 5-10-річному віці 9– 11 м і глибше. Листки трійчасті, квітки сині або фіолетові. Суцвіття – китиця, плід – багатонасінний спіральний біб. Насіння ниркоподібне. Маса 1000 насінин 1,5-2 г [9].

Люцерна жовта – багатостебловий кущ з лежачими або прямостоячими стеблами і добре розвиненою кореневою системою. Більш посухо- і морозостійка, ніж синя. Листя опушене, квітки жовті, зібрані в китицю. Плоди серпоподібні. Насіння світло-коричневе. Маса 1000 насінин 0,9-1,2 г. Має велику кількість екотипів, тому росте повсюдно – на луках, водороздільних плато, в Степу, Лісостепу, на Поліссі. За сприятливих умов на зрошуваних ділянках дає 2-3 укоси. Врожайністю набагато поступається люцерні синій, тому не дуже поширена [172].

Люцерна жовта має високу посухостійкість. Транспіраційний коефіцієнт

її, залежно від місця вегетації, коливається від 280-300 до 700-900 і вище, що зумовлюється також її невисокою врожайністю [155].

Посухостійкість пов'язана із здатністю використовувати воду з глибоких горизонтів ґрунту. Незважаючи на високу посухостійкість, люцерна синя й жовта дуже чутлива до поливів. На зрошуваній ділянці Херсонського сільськогосподарського інституту врожайність зеленої маси люцерни за 4 укоси становила 703 ц/га, а в дослідях Інституту зрошуваного землеробства НААН урожайність сіна люцерни посівної у середньому за 6 років без зрошення становила 24,8, а при зрошенні підвищилася до 119 ц/га. У Середній Азії на зрошуваних ділянках люцерна дає до 5-6 укосів за рік з валовим виходом сіна 160-180 ц/га і протеїну 22-26 ц/га [173].

Насіння люцерни починає проростати при температурі 5-6°C, а ріст рослин навесні – за температури 7-9°C. Люцерна – холодостійка культура, сходи якої добре витримують заморозки до мінус 5-6°C, дорослі рослини в безсніжні зими витримують морози до мінус 25°C і нижче. За частих потеплінь посіви можуть загинути навіть від невеликих морозів. Сильно пошкоджуються рослини притертою льодяною кіркою [119].

Процес формування органів рослин люцерни, як і інших бобових трав, включає дванадцять етапів органогенезу. I етап – формується конус наростання, з'являються зародкові листочки; II – справжні трійчасті листки, стебла з наближеними міжвузлями, тобто розпочинається фаза стеблуння і утворюється кущ у вигляді розетки [137].

На стеблі першого року життя в цей період з'являються бічні вегетативні бруньки. II етап органогенезу збігається з періодом збирання покривної культури. Від стану рослин у цей час залежить інтенсивність паросткоутворення, ріст і розвиток рослин у наступному році. На III етапі збільшується в об'ємі конус наростання і утворюється приквіткове листя. В пазухах приквітників закладаються конуси наростання другого порядку, з яких на IV етапі утворюються квітки. Для V етапу характерна диференціація частин квітки. Треба враховувати, що при утворенні на рослині першого року життя

пагонів з конусами наростання, що знаходяться на III – V етапі, може знижуватись зимостійкість рослини. Зимують переважно пагони II етапу органогенезу. Правда, це експериментально недостатньо обґрунтовано, оскільки в практиці насінники люцерни нерідко входять у зиму у фазі гілкування й досить добре перезимовують [180].

Головне, щоб перед зимівлею в органах було достатньо запасних пластичних речовин. Протягом VI етапу ростуть тичинки і в пиляках утворюється одноядерний пилок. На VII етапі формуються чоловічі гаметофіли, квітка вже повністю сформована. VIII етап – фаза повної бутонізації, а IX – фази цвітіння й запилення (перехресне чи самозапилення); X етап – запліднення, формування бобу й диференціація зародка в насінні; XI – наливання насіння; XII – досягання бобів і насіння [25, 74, 188].

Для проростання насіння люцерни потрібно води в 1,3-1,4 рази більше за його масу, причому глибина загортання насіння – не більше 4 см. Цей шар ґрунту потрібно підтримувати у вологому стані. Насіння проростає при температурі 2-3 °С, масові сходи з'являються при 18-20 °С на 9- 12-й день навесні і на 5 – 6-й день улітку. Сходи витримують заморозки до мінус 6°С. Люцерна дуже чутлива до підвищеної кислотності ґрунту, оптимальні умови її розвитку створюються при рН 6,0-7,5. Значний приріст вегетативної маси люцерни спостерігається через 14-20 днів після появи сходів. Бічні пагони з'являються після утворення 6-8 трійчастих листків. За два місяці вегетації коренева система заглиблюється в середньому на 90-100 см [61].

Розвивається люцерна посівна за ярим типом. За сприятливого поєднання температурного і світлового факторів, достатніх водного і поживного режимів у рік сівби рослини проходять фази гілкування, бутонізації, цвітіння, плодоношення і досягання насіння. Ця властивість люцерни дає змогу одержувати в рік її висівання повноцінний врожай зеленої маси, а в південних і південно-східних областях – і насіння [86].

У наступні роки життя люцерна відновлює вегетацію при переході середньодобової температури через 5°С. Відрастають нові пагони з бруньок

зони кущення і пагонів розетки. На зиму рослини повинні максимально накопичити поживні речовини, оскільки нові пагони використовують їх доти, поки на пагоні не сформується листя.

Укісна стиглість (фаза бутонізації – початок цвітіння) настає через 50 – 60 днів. Досліди Інституту кормів НАН свідчать, що перший укіс першого року використання люцерни треба проводити у фазі цвітіння, що дає змогу накопичитись у кореневій системі рослин достатньої кількості поживних речовин для формування високого врожаю наступних укосів. Вважається доцільним збирання одного з 3-4 укосів у період цвітіння рослин [144].

Після скошування рослини відростають переважно за рахунок гілкових бруньок нижнього ярусу, які до підкошування перебували в стані спокою, а також із бруньок зони кущення. Другий і наступні укоси збирають через 30 – 35 днів, а на півдні – навіть раніше (через 25 днів після відростання). Останній укіс проводять не пізніше як за 25 – 30 днів до закінчення вегетації. За цей час молоді пагони встигають накопичити достатню кількість пластичних речовин, інакше можлива масова загибель рослин узимку. Ігнорування цього фактору успішної перезимівлі багаторічних трав призводить щороку до того, що в Україні гине 150–350 тис. га їх посівів. У перерахунку на сіно це становить 600–1400 тис. т або 8–19% від загального обсягу виробництва. Сіно люцерни містить близько 18%, а зелена маса понад 20% протеїну. Білки її повноцінні за вмістом незамінних амінокислот - лізину та триптофану і в цьому відношенні перевершують білки інших трав. У зеленій масі велика кількість різноманітних вітамінів та інших біологічно цінних і активних речовин, у тому числі вітаміни С, В1, В2, каротиноїди, органічні кислоти, мікроелементи. За всіма цими показниками вегетативна маса люцерни – одна з кращих у кормовому відношенні [60, 84, 157].

Особливо цінне виробництво сінного борошна, гранул і брикетів із зеленої маси. Для їх одержання люцерну скошують роторними та іншими косарками. Подрібнену масу зразу ж піддають вогневому сушінню і відповідній обробці. Оскільки сонячне сушіння тут виключене, зменшуються

втрата каротину: в 1 кг сіна середній його вміст 45 мг, а в сінному борошні – 180-250 мг. За кормовою цінністю сінне борошно, гранули і брикети прирівнюються до концентрованих кормів [50].

Люцерна відзначається високим водоспоживанням. Посіви її витрачають велику кількість води протягом тривалого вегетаційного періоду, що пов'язано з інтенсивним ростом і нагромадженням великої маси до кожного укусу. Транспіраційний коефіцієнт її становить 600-900 [173].

Люцерна добре реагує на додаткове зволоження, при зрошенні урожаї її нерідко зростають більше ніж у 10 разів. У той же час вона вважається посухостійкою рослиною завдяки властивості переносити з невеликою для себе шкодою короточасну посуху. Відносна стійкість проти посухи порівняно з іншими багаторічними бобовими травами зумовлена як походженням цієї культури, так і її властивістю засвоювати глибинні запаси ґрунтової вологи. Але затяжна посуха знижує урожай [159].

Зрошення дещо затримує цвітіння і значно більше – утворення і досягання бобів. Перерви у водозабезпеченні в період утворення зав'язі викликають її опадання, яке посилюється при суховіях, сильній жарі, недостатньому живленні. Під дією цих факторів спостерігаються недорозвиток окремих органів квітки та її безплідність. Надлишок вологи може призвести до стеблистості і вилягання насінників.

При доброму водопостачанні люцерна позитивно реагує на внесення добрив. Зрошення посилює діяльність бульбочкових бактерій, що забезпечують рослини азотом. Їх розвитку сприяють також органічні добрива, які різко підвищують накопичення вегетативної маси рослин. Вирішальну роль у ґрунтовому живленні та водопостачанні люцерни відіграє могутня коренева система. Стрижневий корінь її проникає на глибину до 2,5-3 м і більше. Люцерна відзначається відносно невисокою солестійкістю, яка, проте, підвищується з віком при розвитку на засолених ґрунтах. У зв'язку з тим, що на таких ділянках насіннева продуктивність різко знижується, для насінників підбирають найменш засолені ґрунти. При нестачі світла в умовах зрошення

проявляється схильність люцерни до ураження іржею. Щоб уникнути цього, не можна допускати надмірного загущення посівів і треба знищувати проміжного господаря – молочай [68].

Для умов зрошення необхідне виведення сортів, які відзначаються високою реакцією на нього, швидким відростанням, підвищеною зимостійкістю, солестійкістю, стійкістю проти грибних захворювань. Для вирощування в зрошуваних сівозмінах рекомендується значна кількість сортів. До них належать: Зайкевича, Херсонська 7 і 9, Райдуга, Зарниця, Веселоподолянська 11, Синська та ін. [50].

1.3. Особливості застосування розрахункових методів формування режимів зрошення люцерни

Однією із основних галузей сільського господарства, що знаходиться в центрі важливих проблем кормовиробництва є: забезпечення тваринництва кормами, поліпшення протеїнового співвідношення в кормах, задоволення потреб в каротині і незамінних амінокислот, а також відновленням родючості ґрунту. Для створення достатньої кормової бази важливу роль відіграють багаторічні бобові трави, серед яких провідне місце належить люцерні.

Добре відомо, що люцерна – одна із кращих кормових культур не тільки завдяки своїй урожайності, а і за поживністю її маси. Цінна її біологічна властивість швидко відростати після скошування найбільш повно проявляється в умовах зрошення. Забезпечуючи тваринництво високоякісним кормовим білком, вона дозволяє економити та більш раціонально використовувати концентровані корми.

Люцерна забезпечує не тільки найбільш дешеві (по відношенню до інших кормових культур), але і екологічно чисті корма. Розширення посівних її площ та агрозаходи по підвищенню урожайності – це основний резерв збільшення виробництва кормового білка, поліпшення фізичного стану ґрунту

та накопичення біологічного азоту. Завдяки здатності люцерни накопичувати із повітря азот у вигляді бульбочкових бактерій, які розміщуються на коріннях і мають розмір від 3 до 5–7 мм, за два роки вона збагачує ґрунт на 250–300 кг/га азоту, що дає можливість зменшити його дози внесення під озиму пшеницю в 1,5-2,0 рази [58, 63]. Отже, при вирощуванні люцерни отримують подвійний вигравш: по-перше, відбувається економія використання азотних добрив, а по-друге її рослини накопичують у ґрунті атмосферний азот. Відмічено також збільшення надходження поживних речовин в ґрунт під посівами люцерни за рахунок мобілізації важкорозчинних сполук фосфору [49].

Посіви люцерни – це найбільш дешевий та надійний агротехнічний захід захисту ґрунтів від вітрової та водної ерозій. Крім цього її посіви можна широко застосовувати як ефективний засіб від вторинного засолення поливних земель. Проте, не дивлячись на широкі межі її застосування, люцерна не дуже добре росте на кислих ґрунтах. Існує також думка [75], що не сама рослина, а бактерії, які знаходяться в кореневих бульбочках, чутливі до значень кислотності нижче 6,5.

Коренева система люцерни, що пронизує значний шар ґрунту, покращує його фізико-механічні властивості: збільшується шпаруватість та об'єм пор, зменшується об'ємна вага, збільшується польова вологоємність в орному шарі ґрунту. Прийнято вважати, що потужна коренева система люцерни добре використовує надлишки вологи з усіх шарів ґрунту, розсолюючи його та понижуючи рівень ґрунтових вод. Проте, на думку М.І. Тарковського [119], необхідно враховувати, що люцерна зменшує засоленість ґрунту лише при частих і великих поливах, нормами 600 і більше м³/га, що сприяють розсоленню верхніх шарів ґрунту внаслідок вимивання з них солей в більш глибокі горизонти. Ним також встановлено, що на середньо, і тим більше на сильнозасолених ґрунтах без попередньої їх промивки нормальний розвиток люцерни неможливий.

Дослідами науковців встановлено [21, 22 та ін.], що у рослин восени

маса тонких коренів в 1,5–2 рази менша, ніж в літній період. На кінець третього року вегетації люцерна акумулює в півметровому шарі ґрунту 145–150 ц корневих залишків на гектарі та збагачує такою кількістю поживних речовин, які прирівнюються до внесення 60–70 т перегною. При перегниванні корневих решток кореневмісний шар ґрунту збагачується органічною речовиною. За рахунок нагромадження органічної маси поживних і корневих решток посіви люцерни забезпечують позитивний баланс гумусу.

Посіви люцерни є кращим попередником для озимої пшениці, кукурудзи, овочевих та багатьох інших культур завдяки сприянню підвищеного вмісту перегною, покращенню фізичних і хімічних властивостей ґрунту і, як наслідок, суттєвому збільшенню врожаю культури. Кращими попередниками для люцерни є культури, що певною мірою захищають поля від бур'янів: озимі і просапні (кукурудза, цукровий буряк, картопля та ін.).

Господарська цінність люцерни відзначається значною урожайністю, поживними властивостями та багатоплановістю її господарського використання у вигляді зеленої маси, сіна, брикетів, трав'яної муки, сінажу, силосу, а також вирощування на насіння. За тривалістю вирощування люцерну поділяють на два види: однорічну та багаторічну. Найважливіше значення для сільського господарства мають багаторічні представники люцерни.

З люцерни можна отримувати різні види кормів для тварин, а саме: зелений корм на пасовищі або у скошеному вигляді, сіно, сінаж, силос, трав'яна білково-вітамінна мука, трав'яна різка, кормові брикети, та ін.

Зелений корм люцерни – це важливе джерело каротину, білка та незамінних амінокислот. Частіше всього зелений корм люцерни використовують влітку в свіжому вигляді. Особливо важливу роль зеленої маси люцерни для тварин навесні, коли в грубих кормах не вистачає білків, вітамінів та інших важливих поживних речовин. Зелену масу люцерни без підсіву інших культур недоцільно вирощувати для годівлі деяким видам тварин, в тому числі великій рогатій худобі, для недопущення білкового

переїдання, а також нераціонального використання білка. Люцерновий корм, що містить підвищену кількість перетравлюючого протеїну, доцільно поєднувати з іншими видами кормів, менш поживними на протеїн [86]. Найбільшою поживністю відзначається зібраний на початку бутонізації зелений корм люцерни. При використанні посівів люцерни на зелений корм на пасовищі доцільно висівати люцерну не в чистому вигляді, а у сумішках з багаторічними зерновими та іншими бобовими травами. Така необхідність виникає через недопущення захворювання рогатої худоби тимпанітом (здуття живота), яке часто трапляється при необережному випасанні худоби по чистій люцерні, особливо вранці або у вологу погоду [56].

Сіно люцерни – цінний корм майже для всіх видів тварин. Переваги сіна люцерни не в його поживності, а у вмістові перетравного протеїну, органічних речовин та вітамінів (табл. 2.1). Протеїн у сіні люцерни відрізняється великим вмістом в ньому життєво важливих амінокислот та основним джерелом вітаміну «D». Скошування люцерни для приготування сіна доцільно проводити в період повної бутонізації, тобто на початку цвітіння. За загальною поживністю сіно з бобових трав не поступається сіну з культурних злакових, а в деяких випадках – навіть краще.

Сінаж – це особливий вид консервування корму, приготованого із пров'ялених трав. На відміну від сіна він містить в три рази більше вологи та може зберігатись лише в герметично закритих сховищах; від силосу він відрізняється меншою вологістю, а за кормовою цінністю він наближається до зеленого корму (табл. 1.1). Для заготівлі сінажу доцільно виділяти посіви люцерни останнього року вегетації. Оптимальний період скошування люцерни на сінаж – початок бутонізації.

Люцерна, внаслідок відносно повільного розвитку в її зеленій масі має молочнокислі бактерії, а також через низький вміст в ній цукру та великої кількості білків, відноситься до важкосилосних культур. Молочнокислі бактерії не пригнічують життєдіяльність гнилісних, маслянокислих та інших мікроорганізмів, які розкладають силос [56].

Таблиця 1.1

Кормова цінність одиниці продукції різних видів люцерни [56]

Вид люцерни	Вміст в 1 кг		
	кормової одиниці	перетравлюваного протеїну, г	каротину, мг
Зелений корм	0,22	41	52
Сіно	0,65	135	28
Силос	0,25–0,30	20–25	30–40
Трав'яна білково-вітамінна мука	0,85	140	169
Трав'яна різка	0,80–0,90	116	150–180
Кормові брикети	0,95	100	100

Через це люцерну силосують із додачею інших рослин для силосу (кукурудза, сорго, суданка та ін.), або застосовують хімічний спосіб консервування (з використанням суміші соляної та сірчаної кислот, піросульфату натрію та ін.). Приготування силосу проводять восени, коли в наявності є люцерна різних років вегетації.

Трав'яна білково-вітамінна мука – це добре джерело доповнення інших кормів протеїном та каротином. Додавання цього виду корму з люцерни в раціон корів сприяє підвищенню надоїв, поліпшенню якості молока та запобіганню новонароджених телят від багатьох хвороб [56].

Трав'яна різка за поживністю не поступається трав'яній білково-вітамінній муці, але для її виготовлення витрачається менше часу та використання техніки. За вмістом каротину цей корм переважає всі інші види кормів, приготованих з бобових трав. Трав'яна різка з люцерни має переваги перед іншими видами кормів в тому, що всі трави можна скошувати при будь-яких погодних умовах без зниження якості корму. А заготовка сіна, сінажу або силосу в погану погоду призводить до великих втрат поживних речовин.

В процесі приготування штучно зневоднених кормів (брикетів) з одиниці

посівної площі зберігається більше поживних речовин та різко скорочуються затрати праці завдяки механізації всіх технологічних процесів. Такі корма зручні в транспортуванні та зберіганні, і вони добре поїдаються тваринами.

За строками сівби люцерну поділяють на весняного та літнього посівів, а за способами посіву – на підпокровні і безпокровні посіви. В умовах інтенсифікації кормовиробництва заслуговує особливої уваги впровадження безпокровних весняних і літніх посівів люцерни, що підвищує її урожай при внесенні необхідної кількості органічних, мінеральних добрив та гербіцидів. Перевага підпокровного посіву на думку багатьох дослідників [40] є очевидною, навіть якщо при швидкому розвитку покровної культури люцерна опиниться за рахунок затінення в несприятливих умовах, що вплине на інтенсивність її розвитку.

Оптимальний строк посіву люцерни в літературі трактується по-різному. Досить часто зустрічаються суперечливі погляди, що пов'язано з великою адаптивною здатністю культури. Під час ранньовесняного посіву орний шар ґрунту достатньо зволожений, що дозволяє отримувати своєчасні та дружні сходи. Весняну безпокровну сівбу люцерни звичайно використовують на зрошуваних полях, щоб у рік сівби отримати високий врожай зеленої маси та на сіно. В перший рік після посіву, звичайно, відбувається засмічення полів бур'янами і знижується урожайність в декілька разів [58]. В досліді Лупашку М.Ф. [117] встановлено, що на другий рік вегетації безпокровні весняні посіви люцерни мають незаперечні переваги перед підпокровними однорічними травами і ярих зернових. Іноді на практиці виникає необхідність швидкого розмноження нового високопродуктивного сорту люцерни. Тоді проводять весняні безпокровні посіви, що формують урожай насіння у рік посіву.

Літні посіви частіше використовують для вирощування насіння, а тому більшість посівів доцільно утримувати в посушливих районах Лісостепу і особливо Степу у стані пару і висівати люцерну влітку безпокровним способом. Перевага літніх посівів над весняними полягає у тому, що при

ретельному обробітку пару на полі знищують бур'яни, зберігаючи та накопичуючи у ґрунті вологу і поживні речовини, посилюючи мікробіологічні процеси. У зв'язку з достатньою кількістю тепла сходи люцерни звичайно дружні, а рослини ростуть швидше при весняній сівбі [49, 60, 66].

Підпокровні посіви люцерни найбільш поширені. Перевага їх полягає у тому, що у перший рік вегетації рослини не потребують окремих ділянок, внаслідок чого найбільш раціонально використовується земля; покровна культура полегшує появу сходів та зменшує засміченість бур'янами. З урахуванням врожаїв покровної культури на думку фахівців [11], економічна ефективність залишається за підпокровними посівами: підпокровні посіви мають переваги порівняно із безпокровними за рахунок додаткової продукції (зерно, зелена маса).

Однак у підпокровних посівів є і недоліки. Внаслідок повільнішого початкового розвитку люцерни під покривом, вона сильно пригнічується покровними культурами: затіняє і відбирає у неї поживні речовини та вологу; ускладнюється боротьба із хворобами та шкідниками і т. ін. Тому у кожній агрокліматичній зоні виділяють кращі та гірші покровні культури. До кращих в усіх зонах належать кукурудза на зелений корм, просо на зерно і зелений корм та однорічні трави на зелений корм. Губайдуллін Х.Г. [56] встановив, що підпокровна люцерна за 4 в сумі роки вегетації є більш продуктивною, ніж безпокровна. При збиранні ячменю у восковій стиглості урожайність підпокровної люцерни склала 160 ц/га, черезрядковому посіві – 159 та при безпокровному – 114,5 ц/га.

На Україні ранньовесняна підпокровна сівба досить поширена. Серед зернових культур, за даними Білоцерківського СГІ [75], кращою покровною культурою для люцерни є ячмінь ярий. Але при сівбі під покрив ранніх зернових (ячмінь і овес) у зоні нестійкого та недостатнього зволоження (в Лісостепу і Степу України) люцерна дуже пригнічується і часто зріджується так, що сільськогосподарське використання її стає недоцільним. Люцерна, що вийшла з-під покриву ячменю, в перший рік вегетації не завжди досягає фази

цвітіння, а тому уже на другий рік її слід косити на початку цвітіння [116].

Ячмінь за даними Губайдулліна Х.Г. [56] порівняно з вівсом та іншими зерновими покривними культурами менше затіняє посіви люцерни й раніше звільняє поле, в результаті чого урожайність посівів люцерни значно підвищується.

В умовах лісостепової та степової зон України люцерну на насіння рекомендують підсівати під покрив кукурудзи, яку використовують на зелений корм. Кукурудза на відміну від ячменю (як покривна культура) протягом одного місяця після сівби менше затінює люцерну, а далі під покривом створює слабке розсіювання сонячного світла. До моменту скошування кукурудзи на зелений корм (у фазі початку викидання волоті) люцерна вже починає зацвітати, а під покривом ячменю вона досягає лише фази стеблуння. Протягом другої половини вегетації люцерна, що вийшла з-під покриву кукурудзи, встигає утворити прикореневу розетку зимуючих пагонів. На другий рік життя вона краще росте і розвивається, ніж та, що була під іншими покривними культурами.

Для попередження гибелі сходів люцерни від високої концентрації солей у верхніх горизонтах ґрунту, її необхідно висівати разом із покривною культурою – яровим ячменем, що затіняє ґрунт за рахунок розвитку надземної маси та зменшення випаровування вологи і тим самим не дає можливості підтягуватись волозі з нижніх шарів ґрунту [13].

На не засолених землях ефективність чистих посівів люцерни значно вища, ніж у підпокривних. Отже, вибір способу посіву люцерни залежить від ступеню засолення ґрунту [22]. Перевага літніх посівів люцерни по пару під покрив кукурудзи на зелений корм полягає в тому, що кукурудза завдяки повній величині норми висіву в перші 40 днів вегетації зовсім не затіняє люцерну і вона розвивається так, як і без покриву.

У більш вологих районах Лісостепу і Степу при зрошенні широко застосовують літні післяукісні посіви люцерни. Післяукісні посіви люцерни при достатній кількості вологи у ґрунті і оптимальних строках літньої сівби

добре розвиваються. Літні післяукісні посіви люцерни в Лісостепу перевищують за врожайністю весняні підпокривні посіви [36, 46]. Однак післяжнивні посіви трав щорічно вдаються лише в умовах зрошення.

У деякі роки через недостатню кількість опадів навіть при досконалій агротехніці без проведення поливів люцерна дає порівняно низькі врожаї, в результаті чого необхідно розширювати посівні площі для отримання необхідної кількості кормів. Дані спостережень [74] показують, що люцерна до середини літа витрачає майже всі накопичені до початку весняної вегетації запаси ґрунтової вологи. Підвищити її урожайність можливо тільки шляхом створення оптимального рівня вологості у ґрунті, що може бути досягнуто за рахунок зрошення. Отже, з метою створення надійної кормової бази, підвищення якості кормів, що в свою чергу призведе до збільшення продуктивності тваринництва необхідно значно розширювати площі посівів люцерни на зрошуваних землях.

Одним із основних факторів нормального розвитку люцерни є добра вологозабезпеченість ґрунту, яку звичайно підтримують на заданому рівні шляхом зрошення. При підтримці вологості в активному (розрахунковому) шарі ґрунту на оптимальному рівні, ефективність зрошення підвищується, що забезпечує високі і стійкі врожаї при менших витратах води на одиницю отриманої продукції. Отримання такого результату дуже залежить від режиму зрошення полів, тобто від режиму зволоження ґрунту. Від правильно призначеної поливної норми залежить і величина зрошувальної норми та строки поливів. Відомо, що розвиток рослин затримується (гальмується) через нестачу вологи ще задовго до настання вологості в'янення ґрунту, саме тому поливи необхідно призначати до настання цього періоду.

При вирощуванні люцерни на зрошуваних землях дуже важливе значення мають строки проведення поливів. У наш час в літературних джерелах при розрахунках режиму зволоження люцерни немає жодної однозначної думки стосовно застосування режимів поливних норм. Причому потреба у різній кількості води посівів люцерни в різні роки різна, а режим

зрошення звичайно пропонується однаковим для різних за природною зволоженістю років. Саме тому на поля подається недостатньої або надлишкової кількості поливної води.

З цього питання існує різні точки зору. Зокрема, ряд дослідників [17, 53] вважають, що розробка поливного режиму люцерни полягає у встановленні сумарного водоспоживання, під яким розуміють витрату води на транспірацію рослин та випаровування з поверхні поля ґрунтом. За даними Інституту зрошувального землеробства НААН [61] сумарне водоспоживання люцерни другого-третього років вегетації в основних зонах зрошення України за різними погодними умовами складає 4300-7650 м³/га, а зрошувальна норма у Північному Степу складає 1200-3600 м³/га.

При цьому полив під перший укіс проводять у фазі бутонізації, а під кожен наступний – два поливи, нормою 700-800 м³/га. Інші науковці [17, 53] рекомендують «плаваючі» норми поливу. Обов'язковою умовою застосування вищевказаних режимів зрошення є проведення осінніх вологозарядкових поливів, нормою від 700-800 [13, 32, 66] до 1700–2000 м³/га [13, 17]. Вегетаційні поливи приурочують до укосів (не пізніше як за 3 дні). Їх проводять залежно від погодних умов 1-2 поливи перед кожним укосом. При застосуванні одного поливу його проводять одразу ж після проведення укосу, а при двох поливах – після укосу та перед бутонізацією (або на її початку). Усіма дослідниками при дощуванні пропонується поливна норма в межах 500-700 м³/га. Ряд науковців [50, 59, 112, 187, 193] вважають, що поливна норма не повинна перевищувати 500 м³/га. У дослідях, проведених Шпаком І.С. зі співавторами [188] поливні норми пропонують від 200 до 650 м³/га. Проте низка авторів рекомендує вегетаційні поливи, величиною приблизно 900-1000 м³/га [17, 32, 44, 56].

Сумарне водоспоживання люцерни становить 6-7 тис. м³/га. Приблизно половина сумарного водоспоживання в районах з помірним кліматом покривається за рахунок опадів. У районах, де опади не створюють необхідного запасу ґрунтової вологи, дають вологозарядковий полив, який

виконується переважно восени. Норма вологозарядки – 800-1000 м³/га. На посівах минулих років у степових районах вологозарядку проводять восени, коли люцерна припинить ріст, і закінчують до настання морозів, щоб уникнути «випирання» коронки (зони утворення нових стебел) і розриву коренів в орному шарі. Можлива і весняна волого зарядка, нормою 600-800 м³/га [75].

При плануванні вегетаційних поливів необхідно враховувати великі коливання у витраті води багаторічними травами залежно від умов погоди. З підвищенням температури і сухості повітря середньодобова витрата води різко зростає [48].

За фазами витрата вологи змінюється таким чином: менше витрачається води при відростанні, більше – під час цвітіння; в період досягання насіння споживання її поступово знижується. Поливами підтримують вологість ґрунту не нижче 70-80% НВ. У період літніх високих температур кращого врожаю досягають при вологості ґрунту не нижче 80% НВ. Основна маса коріння люцерни на початку вегетації знаходиться в шарі ґрунту глибиною приблизно 50 см, а у дорослої рослини – до 80-200 см. Згідно з цим, а також залежно від ґрунтово-кліматичних умов і способу поливу змінюють поливні норми. В більш північних районах з відносно невисокою температурою і з великою вологістю повітря зволоження поливами шар зменшують. При близькості підґрунтових вод глибина зволоження і поливні норми також повинні бути знижені. Зменшують їх і на легких, добре проникних ґрунтах. На важких глинистих ґрунтах трави поливають рідше, але використовують великі норми води. В Лісостепу поливна норма при поливі дощуванням становить 400-500, у Степу – 500-700 м³/га. Норму першого поливу в рік сівки люцерни зменшують. На півдні України норма першого поливу становить 350-400 м³/га [71].

Кількість поливів також коливається залежно від ґрунтових умов, клімату і року. Перший раз люцерну поливають після підсихання верхнього шару, коли трави вступають у період активного росту, останні – після укосів. У поливних зонах України на кожний укіс дають два-три поливи влітку і один – навесні. Якщо на укіс припадає два поливи поливною нормою 500-600 м³/га,

то полив, який забезпечує післяукісне відростання, краще проводити за 5-6 днів до скошування. Відростання в таких випадках відбувається в перші дні після нього. Другий полив дають на початку бутонізації. Якщо за умовами погоди і станом вологості ґрунту поливні норми потрібно збільшити приблизно до 700 м³/га, то поливи можна проводити після скошування і у фазі масової бутонізації. Добрий полив у фазі бутонізації сприяє доброму післяукісному відростанню люцерни [56, 71].

Поливний режим змінюється за роками життя і залежно від наявності покривної культури. В рік сівби на безпокровних посівах перший полив проводять при утворенні 6-8 трійчастих листків. За літній період дають 4-6 вегетаційних поливів дощуванням по 400-600 м³/га води [7].

При сівбі люцерни під покрив ячменю на зерно перший раз поливають у фазі кущіння ячменю (400 м³/га води), другий - у фазі виходу в трубку (500-600 м³/га); у фазі колосіння поливну норму зменшують до 300-400 м³/га, щоб уникнути вилягання ячменю. Люцерну поливають після скошування ячменю і ще 2-3 рази у фазі бутонізації [13].

Писаренком В.А. з співавторами встановлено, що для покращення вбирання ґрунтом води після проведення укосу або на початку кожного з відростань, виключення стоку води та утворення калюж на посівах люцерни нарізають щілини глибиною 35–50 см, тобто обов'язковою умовою при застосуванні таких фантастично величезних поливних норм є проведення після першого та третього укосів щілювання (чизелювання) ґрунту. Глибоке щілювання суттєво збільшує вбирання поливної води і віддачі її в розташовані нижче шари ґрунту [130]. Щілювання ґрунту в основному збільшує об'єм поглинання поливної води, що не є екологічно і економічно доцільним.

Проведення одного вегетаційного поливу нормою 600 м³/га в міжфазний період – початок відростання–початок бутонізації дає змогу підтримувати оптимальну вологість ґрунту до фази бутонізації або до початку цвітіння. При двох вегетаційних поливах тією ж поливною нормою забезпечується збільшення врожайності насіння люцерни до двох разів. Проведення третього

вегетаційного поливу в міжфазний період – початок цвітіння–масове цвітіння сприяє істотному (майже втричі) зростанню урожайності насіння [75].

Режим зрошення насінневої люцерни дещо відрізняється від поливного режиму люцерни на зелений корм. Її посіви потерпають як від надлишку вологи в період цвітіння–утворення плодів, так і при ґрунтовій та повітряній засусі. В першому випадку вона вилягає, а в другому – опадають її листя та квітки.

На думку багатьох дослідників [9, 14, 15, 18 та ін.] на посівах люцерни на насіння необхідно застосовувати диференційований режим зрошення: до бутонізації вегетаційні поливи проводити при вологості 70–75 % НВ, а в період дозрівання плодів – на рівні 60-65% НВ. В рекомендаціях [55] пропонується перед утворенням насінників люцерни весняного або літнього строку посіву при посушливій погоді восени на вимірній ділянці необхідно провести вологозарядковий полив нормою, залежно від зони зрошення України і від попередника вона складатиме 600-800 м³/га. Режим зрошення посівів минулих років вегетації при отриманні насіння від першого укосу складається із осіннього вологозарядкового (800-1000 м³/га), вегетаційних (до масової бутонізації та в період масового цвітіння по 500–600 м³/га кожен) або освіжаючих (50-200 м³/га через 2-3 дні протягом суховійного періоду) поливів. У разі отримання насіння із другого укосу після збирання зеленої маси рекомендовано проводити полив на відростання люцерни, нормою 400–700 м³/га, а також залежно від строків скошування 2-3 поливи (крім поливів на відростання) – 500-600 м³/га.

Жарінов В.І. та Клюй В.С. [75] зазначають, що режим зрошення посівів першого року вегетації багато в чому залежить від способу посіву. А саме, при посіві люцерни під покрив ячменю на зерно в засушливі роки протягом підпокровного періоду пропонується проводити три вегетаційні поливи: перший – 250-350 м³/га, другий – 450-500 м³/га і третій – 250-300 м³/га. Після збирання ячменю до закінчення вегетації люцерну знову поливають (ще два–три рази); післяукісні (після збирання люцерни на зелений корм) або

післяжнивні (після збирання покривної культури) посіви люцерни першого року вегетації залежно від погодних умов поливають три-чотири рази (нормами 350-500 м³/га). В осінній період проводять вологозарядковий полив (800–1000 м³/га). Рабіновичем В.М. та Жаріновим В.І. [152] запропоновано у перший рік вегетації за весняної підпокровної сівби проводити вологозарядковий полив, нормою 1000-1200 м³/га, та два вегетаційні поливи нормою 600-700 м³/га. Після збирання покривної культури одразу проводять перший вегетаційний полив, а під час бутонізації - другий з нормою 600–700 м³/га кожний. При проведенні другого укосу застосовують два поливи такою ж нормою.

Після сівби безпокровної люцерни низка науковців [17, 41] пропонує на фоні осіннього вологозарядкового поливу перший вегетаційний полив нормою 400-500 м³/га застосовують через 1,0-1,5 місяця після появи сходів. Для другого і третього укосів необхідно після скошування і під час бутонізації поливати ще двічі кожен раз нормою 600-700 м³/га. Обов'язковою умовою таких режимів зрошення є впровадження восени або ж весною наступного року вегетації вологозарядкового поливу нормою 1000-1200 м³/га.

На думку багатьох дослідників [38, 63, 89, 102, 170] ресурсозберігаючий режим зрошення підпокровної люцерни після виходу її з-під покриву складається з трьох вегетаційних поливів нормою від 300 до 350 м³/га, а посіви люцерни другого та третього років розвитку – з 6 поливів. При цьому поливна норма 5 із них сягає 500–600, а останнього – 300 м³/га. Вказаний режим зрошення не враховує забезпеченості року опадами.

Досвід показує, що надобір врожаю насіння люцерни може бути порушено надмірними або недостатніми поливами. Так, надмірне зволоження ґрунту, особливо в період цвітіння і утворення бобів, призводить до посилення ростових вегетативних процесів за рахунок різкого погіршення розвитку і формування генеративних органів [32].

Вирощування люцерни дозволяє зменшити затрати коштів при розрахунках на одиницю кінцевої кормової продукції шляхом скорочення

кількості щорічних агротехнічних операцій (підготовка ґрунту, посівів тощо за рахунок вирощування люцерни в сівозміні протягом двох років). При вирішенні білкової та енергетичної проблем дуже важливо зауважити, що собівартість білка люцерни значно нижче ніж у інших зернобобових культур [51].

У результаті проведеного аналізу рекомендованих в літературних джерелах режимів зрошення посівів кормової та насінневої люцерни автором встановлено, що зазначені вище поливні режими є дуже завищеними, а тому шкідливим особливо для ґрунтів, та досить заплутаними. В таких випадках за вегетаційний період чотирьохукісної люцерни на 1 га поля при проведенні зрошення, що рекомендують у теперішній час режимом поливів подається 250 мм або ще більші зрошувальні норми, що сягають 500-600 мм. Для поля, наприклад, розміром 50 га такі норми є марнотратними, складаючи $125\ 000\text{ м}^3$ і відповідно $250\ 000\text{--}300\ 000\text{ м}^3$ поливної води. Обов'язковою умовою застосування таких вельми великих поливних норм є проведення щільювання ґрунту чизельними плугами після першого та третього укосів. Глибоке щільювання, суттєво збільшує проникність вологи в розташовані нижче шари ґрунту, тобто збільшується накопичення поливної води, що не завжди є доцільним та економічно обґрунтованим. Проведення таких поливів створює, головним чином, зволожувально-промивний режим зрошення люцерни. При значному рівні зволоження ґрунту може спостерігатися переміщення вологи на глибину без суттєвого поповнення її запасів в кореневмісному шарі. В такому випадку при неглибокому заляганні ґрунтових вод опади або поливи швидко поповнюють їх запаси, провокуючи різний підйом рівня.

Завищені поливні норми сприяють зменшенню кількості зібраної продукції. Адже добре відомо, що при збільшенні зрошувальної норми до деякого рівня приросту врожаю на одиницю поливної води зростає, а потім знижується і наближається до нуля.

Із вищевикладеного виходить, що необхідна розробка обґрунтованого методу розрахунку режиму зрошення люцерни та його впровадження в

практику передбачає отримання не тільки стабільно високих врожаїв, але і боротьбу з підтопленням, ерозією, а також економію ресурсів.

1.4. Ефективність застосування зрошення при вирощуванні люцерни в різних ґрунтово-кліматичних умовах

Люцерна добре реагує на зрошення – при цьому урожаї її нерідко зростають більше, ніж у 10 разів. У той же час вона вважається посухостійкою рослиною завдяки властивості переносити з невеликою для себе шкодою короткочасну посуху. Відносна стійкість проти посухи порівняно з іншими багаторічними бобовими травами зумовлена як походженням цієї культури, так і її властивістю засвоювати глибинні запаси ґрунтової вологи. Але затяжна посуха знижує урожай [32].

Люцерна потребує зваженого підходу щодо формування режимів зрошення, які повинні забезпечувати рослини необхідною кількістю вологи. Слід зауважити, що для люцерни є небезпечним як надлишок, так і дефіцит вологи, особливо на насінневих посівах у період зав'язування бобів. При нестачі вологи зав'язі опадають, що значно знижує урожай насіння. Негативні наслідки мають часті поливи зниженими нормами. Він викликає посилене утворення вторинних пагонів. Для насінневих посівів люцерни дуже важливий вологозарядковий полив. Перший полив на відростання після скошування і збирання зеленої маси другого року життя проводять у нормі 400-600 м³/га. Потім у середньосухі роки в південних районах України дають ще один-два поливи (500-600 м³/га) [58].

Вітчизняними і зарубіжними дослідженнями встановлено, що отримання високих врожаїв насіння люцерни при її вирощуванні в умовах посушливого клімату Південного Степу України лише при зрошення [109, 110, 130, 159, 197].

Люцерна є вимогливою до доступної вологи культурою і для

нормального функціонування всіх процесів життєдіяльності рослин і отримання високих врожаїв насіння споживає значну кількість ґрунтової вологи [91, 158, 203].

Режим зрошення насінневої люцерни значною мірою відрізняється від поливного режиму люцерни, що використовується на кормові цілі [18, 34, 50, 140]. Правильне регулювання водного режиму ґрунту шляхом проведення вологозарядкових і вегетаційних поливів має забезпечувати оптимальне протікання ростових процесів, закладку і розвиток репродуктивних органів, виключати підвищення вегетативної маси та вилягання рослин [23, 48, 98, 109, 186, 205].

Обов'язковою умовою отримання високих врожаїв насіння люцерни є гальмування ростових процесів у міжфазний період «масове цвітіння - плодоутворення культури» [20, 29, 61, 134, 186].

У Середній Азії вегетаційні поливи на насінневої люцерні проводять малими поливними нормами (300-400 м³/га) і закінчують не пізніше фази масової бутонізації [153, 178]. Обумовлюється це тим, що вплив погодних умов на насінневу продуктивність люцерни пов'язаний з її біологічними особливостями і з тим, що батьківщиною люцерни є країни Азії, де в умовах посушливого напівпустельного клімату, при майже повній відсутності опадів в літній період, люцерна могла використовувати лише обмежену кількість вологи. Цвітіння і дозрівання насіння у неї завжди відбувається в умовах загальмованого зростання [183, 199, 204]. Інші дослідники вважають, що на насінневої люцерні необхідно проводити три-чотири вегетаційних поливу, причому обов'язково слід призначати поливи в критичний період - фазу цвітіння [60, 118]. В умовах Степу середньодобова витрата вологи насінневої люцерни в критичний період її розвитку становить 60 м³/га, що викликало необхідність проводити поливи великими нормами [105].

На світло-каштанових важкосуглинкових ґрунтах Волго-Донського межиріччя основним фактором, що визначає отримання високих врожаїв насіння люцерни, є підтримка рівня передполивної вологості шару ґрунту 0-

100 см до фази масового цвітіння в межах 70-75% НВ і 60-65% НВ в міжфазний період «кінець цвітіння - дозрівання насіння» [76].

У Північному Казахстані рівень передполивної вологості активного шару ґрунту рекомендується підтримувати в межах 60% НВ до фази цвітіння і 50% НВ в період масового плодоутворення, що дозволяє отримувати врожайність насіння до 6-7 ц/га [44].

Наявність альтернативних точок зору стосовно режиму зрошення насінневої люцерни свідчить про те, що для різних ґрунтово-кліматичних умов водний режим її не може бути однаковим і повинен розроблятися в кожній конкретній зоні вирощування люцерни. Бобові трави, залишені на насіння, як правило, вирощують при меншій вологості ґрунту, ніж фуражні. Надмірне зволоження в період плодоутворення може призвести до стеблуння пагонів. Посилений розвиток вегетативних органів викликає затінення і вилягання рослин, нормальний хід плодоутворення порушується, і урожай насіння різко знижується. У зв'язку з цим поливами підтримується вологість ґрунту до бутонізації не нижче 70-75% НВ, а в період цвітіння і досягання бобів – не нижче 60-65% НВ (на легких ґрунтах 55-60% НВ) [142].

У роки, коли під час цвітіння і наливання насіння зберігається жарка суха погода і відносна вологість повітря протягом дня опускається нижче 30%, Інститут зрошуваного землеробства НААН рекомендує раз на 3-5 днів проводити освіжні поливи дощуванням – 50-150 м³/га води [146].

Якщо на насіння залишають перший укіс дво- або трирічної люцерни, а у ґрунті є достатній запас вологи і сприятливі наступні умови розвитку, полив може не знадобитися або ж виявитися достатньо тільки одного. При недостатньому запасі вологи кількість поливів збільшують. Звичайно їх відносять до початку бутонізації і повного цвітіння. При залишенні на насіння люцерни другого укусу залежно від природних умов призначають від одного до трьох поливів [86]. При цьому важливо правильно визначити строк останнього поливу. Поливи після цвітіння небезпечні: у вологі роки вони викликають стеблуння і зниження врожаю. Тому звичайно в степових

районах у такий період вони не рекомендуються. Проте в сухі роки при нестачі вологи для наливання насіння полив навіть через 20-25 днів після цвітіння дає можливість підвищити врожай насіння [141].

Із способів поливу багаторічних трав найпоширеніші поливи по смугах і дощуванням. При великих схилах полив по борознах вважається більш досконалим і економічним, ніж полив по смугах. При такому поливі можна уникнути розмивання, замулення, утворення суцільної кірки на посівах. Борозни нарізують відразу ж після сівби по найменшому схилу. Глибина їх 8-12 см, а відстань між ними 60-90 см [147]. Проте найбільш розповсюдженим є полив дощуванням.

Висновки до розділу 1

1. Згідно з проведеним аналізом літературних джерел встановлено, що найбільш високу урожайність насіння одержують у південних районах досліджуваної території (Одеська, Херсонська, Донецька області), де ґрунтово-кліматичні умови більш сприятливі для вирощування цієї культури. Проте, в переважній більшості господарств суттєвою проблемою насінневих посівів люцерни є низька врожайність насіння, іноді 1,0-2,0 ц/га.

2. Люцерна внаслідок своїх біологічних особливостей має високий рівень водоспоживання, що обумовлено великими витратами вологи протягом тривалого вегетаційного періоду, інтенсивним ростом, нагромадженням великої вегетативної маси до кожного укусу. Це пояснює високий рівень віддачі від зрошення та підвищення врожайності в 1,2-2,7 рази. Крім того, одночасно вона є посухостійкою рослиною, що пов'язано з природним потенціалом, потужною кореневою системою, яка охоплює 1,5-3,0-х метровий шар ґрунту. Проте слід відзначити, що незважаючи на здатність практично без втрат продуктивності переносити короткочасну посуху, тривалий дефіцит вологи істотно зменшує врожайність зеленої маси та насіння й негативно позначається на якості.

3. Зрошення люцерни рекомендується проводити до цвітіння при

оптимальній вологості ґрунту, а в подальшому можна зменшувати до 70% НВ у шарі ґрунту 0,5 м. При вирощуванні люцерни під покривом кормових або зернових культур режим зрошення повинен відповідати біологічним особливостям покривної культури. Недостатнє вологозабезпечення у період бутонізації викликає опадання зав'язі, яке посилюється при суховіях, сильній жарі, недостатньому живленні. Під дією цих факторів спостерігається недорозвиток окремих органів квітки та її безплідність. Разом з цим, надлишок вологи може призвести до гілкування і вилягання насінневих посівів. Це потребує наукового обґрунтування режимів зрошення з точки зору оптимізації витрат поливної води та запровадження елементів водозбереження, проте ця проблема недостатньо досліджена.

4. Вирішення наукових і практичних задач оптимізації технології вирощування люцерни в умовах Лісостепу й Степу України обумовило необхідність проведення нами відповідних досліджень з цього напрямку. Зокрема розробки водозберігаючих режимів зрошення для господарств різного розміру, які забезпечать зниження витрат поливної води на 20-30%, скорочення кількості вегетаційних поливів, покращать економічні, енергетичні та еколого-меліоративні показники.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зони проведення досліджень – Лісостеп і Степ України, характеризуються значною різноманітністю природних умов, що визначаються, головним чином, неоднорідністю геолого-геоморфологічної будови і особливостями клімату. На досліджуваній території розміщуються 23 гідрометеостанцій, розташованих по обидві сторони р. Дніпро в межах лісостепової та степової зон України. Лісостепова зона складає 34%, а степова – 40% території України, що помітно збільшується з розширюванням у східному напрямі. Своєрідність лісостепової зони полягає у складному перемежуванні різних типів ландшафтів. Степова зона виділяється значними тепловими ресурсами і меншою, ніж Лісостеп, зволоженістю, що зумовлює формування своєрідних лісостепових ландшафтів [136].

2.1. Геоморфологія та рельєф досліджуваної території, ґрунтовий покрив і рослинність

На території досліджень поширені різноманітні геологічні структури, будова яких є відображенням і наслідком складної та тривалої (понад 3,8 млрд. років) історії геологічного розвитку [45-47]. Вони належать до двох головних гео-структурних типів континентальної земної кори, а саме – відповідають платформеним і складчастим областям.

Більша частина території розташована на південно-західній частині Східноєвропейської (Руської) платформи, у зв'язку з чим саме платформені структури визначають загальний план сучасного рельєфу. У межах цієї платформи виділяють такі основні структури: Український кристалічний щит, Дніпровсько–Донецька западина, Донецький басейн та Причорноморська западина (рис. 2.1). Геоморфологічне районування виконане на

багатоступневих засадах. Регіони різної структури співвідносяться один до одного як з цілим та відображають особливості рельєфу, що зумовлені наявністю морфо-структурних, морфо-скульптурних, морфологічних, морфометричних та вікових відмінностей. На досліджуваній території виділено 4 основні геоморфологічні райони. Платформний чохол досліджуваної території побудований осадовими й вулканогенними товщами, потужністю до 0,3 км на Українському кристалічному щиті й 10-15 км у Дніпровсько-Донецькій западині. Пересічна висота рівнинної частини Східноєвропейської платформи 175 м, загальний похил поверхні – з півночі на південь і з заходу на схід.

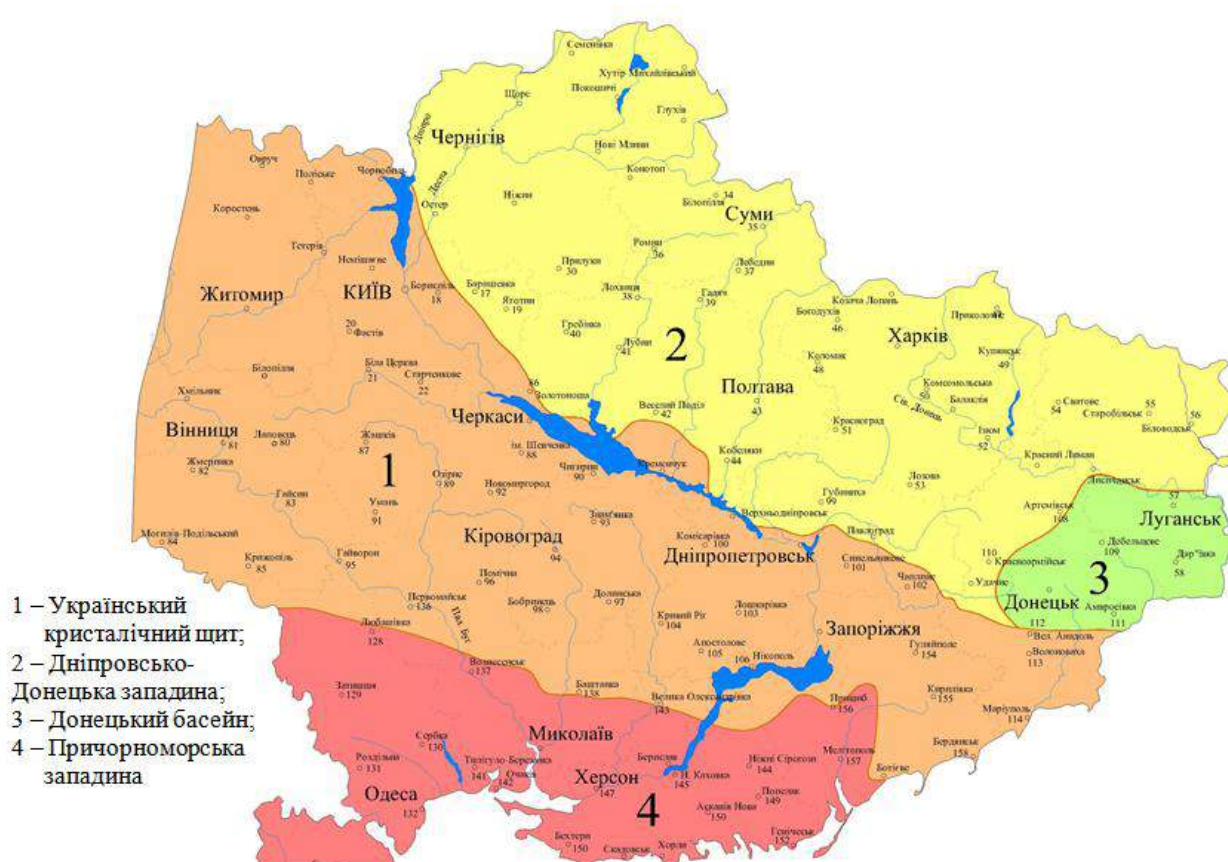


Рис. 2.1. Фрагмент схематичної карти геоморфологічного районування території досліджень [45-47]

Український кристалічний щит – найдавніша структура досліджуваної території, що сформувалась в ранньому палеозої, одночасно з формуванням Дніпровсько–Донецької та Причорноморської западин. Він представляє собою виступ докембрійського кристалічного фундаменту, який залягає нижче всіх

представлених геоструктур на даній території. Кристалічний щит простягається понад 1000 км з північного заходу на південний схід при максимальній ширині 250 км і мінімальній ширині – 50 км. За глибинною будовою Український щит неоднорідний і займає майже всю частину центрального Лісостепу, вище Дніпропетровська він переходить на Лівобережжя, де утворює виступ на Приазовській височині. Його поверхня перекривається лише тонким шаром четвертинних відкладів, а часто кристалічні утворення виходять безпосередньо на денну поверхню, формуючи своєрідний денудаційний рельєф центральної частини території досліджень.

На півдні кристалічні утворення щита майже одразу переходять у Причорноморську западину, що відділяє докембрійські комплекси підвалин Східноєвропейської платформи від залишків Скіфської плити. За своєю будовою Причорноморська западина також неоднорідна. Вона сформувалась як структура в крейдово–палеогеновий вік, охоплюючи південний схил щита та північний схил передгірного кримського прогину; її вісь (2 км) проходить по прибережній морській смузі. Западина представлена потужною товщею осадових порід. Нижче базису ерозії залягають верхньопалеозойські та мезозойські породи, вище палеогенові піщано-глинисті, глауконітові та мергельні породи, які перекриваються неогеновими глинами, пісками, вапняками та мергелями. Залягання пластів корінних порід і поступове їх зниження на південь обумовлюють загальний рівний рельєф, який характеризується переважно рівнинами (95% від усієї площі), які є частиною однієї з найбільших у Європі Східноєвропейської рівнин.

Особливе місце серед тектонічних структур Руської платформи займає витягнута з північного заходу на південний схід Дніпровсько–Донецька западина, яка відділяється від схилів Українського щита і Воронежського масиву системами глибинних розломів. Вона займає значну частину лівобережної території. Ширина западини складає 270 км та простягається на довжину 800 км. У фундаменті залягають докембрійські комплекси порід, розділені регіональними і субмеридіональними розломами на блоки, що

занурюються в бік Донецької складчастої споруди (басейну) [136]. У центральній частині западина, що заповнена девонськими, частково – кам'яновугільними відкладами, які перекриваються молодшими відкладами. Вище базису ерозії частково залягають палеогенові відкладення, а на її бортах і крейдові породи. Западина має соленосні відклади, що пронизують майже всю осадову товщу. Вони засолюють місцеві пластові ґрунтові води і ґрунти.

Донецький басейн – унікальна в Європі структура з надзвичайно глибоким (до 20 км) заляганням фундаменту. Він займає значну територію підвищеної та розчленованої западини, знаходиться вище місцевого базису ерозії і тому часто виходить на поверхню та утворює карбонові, мезозойські і палеозойські сланці; піщаники, глини, піски, мергелі та інші породи. В його складі спостерігається значна кількість скалистих виходів.

Досліджувана територія дуже розчленована долинами р. Дніпро і його притоками, ярами та балками. Рельєф Лісостепу представлений великою кількістю глибоких сильно розгалужених ярів, зустрічаються западини, які іноді заповнені водою, а весь рельєф місцевості має горбистий характер. Рельєф степової зони порівняно з лісостеповою менше розчленований, а в південних районах переважають добре виражені рівнини. Зустрічаються також і пониження, в яких накопичується деякий запас води, що впливає на розвиток рослинності. Основним джерелом надходження води в такі пониження є ґрунтові води, часто засолені [7].

Формування рельєфу досліджуваної території відбувалося за умов складної взаємодії ендегенних, екзогенних та антропогенних чинників, внаслідок чого сформувалися регіональні морфо-структурні закономірності та особливості. До основних найбільш крупних морфоструктур звичайно відносять: Донецьку, Придніпровську та Приазовську височини, Причорноморську та Придніпровську низовини. Донецька височина (довжиною – 350 км та шириною – 150 км) характеризується пересічними висотами 200–250 м. Ця височина розчленована глибокими, розгалуженими річковими долинами та балками, проте переважають схили часто значної

крутизни. Придніпровська височина знаходиться на правому березі р. Дніпро, довжиною приблизно 500 км і шириною 175-200 км має на півдні пересічні абсолютні висоти 150-170 м, на півночі – 220-240 м; максимальна висота – 322 м. Приазовська височина (довжина – майже 140 км, ширина – 33 км) має абсолютні висоти 200-250 м. Нижче розташована Причорноморська низовина (довжина її сягає 600 км, ширина – 120-150 км); максимальна абсолютна висота становить 179 м (Тарханкутська височина). Поверхня низовини поступово знижується в напрямку півдня. Більша її частина, розташована на захід від Дніпра і характеризується чітко вираженим широко хвилястим рівнинним рельєфом. Придніпровська низовина займає територію лівого берегу середнього Дніпра. Це особлива ландшафтна провінція, представлена Деснянсько–Дніпровською алювіальною долиною. Її утворюють шість різновікових терас, що відрізняються гіпсометричними рівнями та будовою четвертинної товщі. Вона має довжину в межах України – приблизно 600 км, а ширину – 200-250 км), пересічні абсолютні висоти сягають 50-170 м [136].

Головні орографічні одиниці рівнин, як правило, відповідають великим геоструктурам: Придніпровська та Приазовська височини – Українському щиту, Донецька – Донецькій складчастій споруді, Придніпровська та Причорноморська низовини – однойменним тектонічним западинам.

Рівнинно-платформенні морфоструктури сформувались в умовах неотектонічних піднять і опускань земної кори, які визначали в часі та просторі співвідношення деструктивних і конструктивних рельєфоутворюючих процесів. Більша частина морфоструктур є успадкованими стосовно головних геоструктур (Дніпровсько–Донецької, Причорноморської, Донецької складчастої споруди).

Пластово–акумулятивні та акумулятивні рівнини різного походження в сучасному рельєфі займають порівняно з пластово–денудаційними меншу територію. Вони характеризуються накопиченням генетично різних континентальних відкладів у межах поширення материкових зледенінь, у великих річкових долинах та їх дельтах. У рельєфі рівнинно–платформних

морфоструктур відображені активні розломи, тощо.

Досліджувана територія представлена різноманітністю ґрунтів, що утворилися під дією різних кліматичних, геоморфологічних і гідрологічних умов в регіонах. На території України виділено приблизно біля 5000 ґрунтових відмін (різниць), що об'єднані у типи і підтипи, хоча основні площі зрошення припадають на чорноземи (понад 60 % загальної площі) [16, 136].

У Лісостепу поширені опідзолені ґрунти, сіроземи та чорноземи потужні, що розрізняються між собою за рівнем природної родючості. Ґрунтоутворювальною породою опідзолених ґрунтів є лес середньо- і важкосуглинкового механічного складу, який містить карбонати кальцію та магнію у межах гумусованої частини профілю, частково у верхніх шарах лесу, що зумовлює низьку насиченість колоїдної частини ґрунтів кальцієм, а також наявність у верхніх гумусових горизонтах високої обмінної кислотності. У таких ґрунтах відбувається руйнування мулистої фракції і вимивання її з верхніх шарів. Внаслідок цього верхній шар характеризується розпушеною будовою, а нижній – високою щільністю, підвищеною глинистістю і низькою водопроникністю. Водно-фізичні властивості в цілому сприятливі для рільництва. Вміст вологи зазнає значних сезонних і річних коливань.

Поширеними ґрунтами в Лісостепу є світло-сірі, сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти (рис. 2.2); залягають вони на вододілах. Збіднені на поживні речовини вони мають не гірші фізичні властивості, ніж чорноземи. Вирощувані на цих ґрунтах сільськогосподарські культури добре реагують на внесення добрив (передусім органічних) та на вапнування.

Сірі опідзолені ґрунти поширені переважно в західному, правобережному і частково в Лівобережному Лісостепу. Вони відзначаються високою потенційною родючістю та придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур; мають найбільшу об'ємну вагу серед всіх ґрунтів досліджуваної території (1,36-1,43 т/м³); найменша вологоємність коливається в межах від 23,8-24,7 % та вологість в'янення складає 9,1-12,8% від маси сухого ґрунту (додаток Б.1). Темно-сірі опідзолені ґрунти

розміщуються переважно в західному і лівобережному Лісостепу. Їх особливістю є високий (до 7,3%) вміст гумусу в орному шарі ґрунту: вони мають гірші фізичні властивості, ніж чорноземи.

- Лісостепова зона:
- 1 – сірі та темно-сірі опідзолені;
 - 2 – сірі лісові та чорноземи опідзолені типові;
 - 3 – чорноземи малогумусні та опідзолені;
 - 4 – чорноземи типові та опідзолені;
- Степова зона:
- 5 – чорноземи звичайні карбонатні;
 - 6 – чорноземи звичайні;
 - 7 – чорноземи на лесових породах;
 - 8 – чорноземи звичайні і чорноземи на нелесових породах;
 - 9 – чорноземи звичайні;
 - 10 – чорноземи південні карбонатні;
 - 11 – каштанові та темно-каштанові;
 - 12 – чорноземи південні.



Рис. 2.2. Фрагмент схематичної карти агроґрунтового районування досліджуваної території [16]

Ґрунтовий покрив основних зрошуваних масивів степової зони представлений чорноземами і каштановими ґрунтами. Відомо, що чорноземи звичайні сформувалися під різнотравно-типчачово-ковиловою рослинністю в північному Степу. Об'ємна вага складає 1,21-1,23 т/м³; найменша вологоємність коливається в межах від 25,3-30,6% та вологість в'янення складає 12,0-12,1% від маси ґрунту. За потужністю гумусового шару вони поділяються на потужні (85-110 см), середньопотужні (65-85 см) та малопотужні (45-65 см), характеризуються високою природною родючістю, а тому заходи по підвищенню їх продуктивності повинні бути направлені, в першу чергу, на регулювання водного режиму. Опідзолені чорноземи, чорноземи типові, чорноземи звичайні, які представлені на рис. 2.2, домінують на значних площах Лісостепової та Степової зон. Сформовані переважно на лесах, мають гранулометричний склад від крупно-пилувато-легкосуглинкового

на півночі до важкосуглинкового та легкосуглинкового на півдні. Чорноземи типові суцільною половою розміщуються на всій північній частині Придніпровської височини і абсолютно домінують на лівобережній частині лісостепоної зони. Підґрунтові води залягають, як правило, глибоко і не впливають на ґрунтоутворення. Потужність гумусованої товщі змінюється в межах 70-120 см. Вміст гумусу у верхньому горизонті становить 3,5-5,5%, у середньогумусних – 5,5-6,5%. Останні притаманні більше східним регіонам Лісостепу й Степу. Вміст вологи зазнає значних сезонних і річних коливань, за винятком Західного Лісостепу, де дефіцит вологи спостерігається лише в окремі роки. Ґрунти мають високу потенційну родючість, придатні для вирощування більшості культур.

У Південному Степу, на схід від річки Дніпро, розміщуються чорноземи південні з вмістом гумусу 3,8-5,6%; вони сформувались в умовах значного дефіциту вологи під типчаково-ковиловою рослинністю; малогумусні. Чорноземи південні поширені в основному в зоні Південного Степу; сформовані вони на лесових породах вододілів, схилів і стародавніх терас. Гумусовий горизонт у них сягає 50-55 см, і міститься у верхньому шарі і складає 3,5-4,0% (у слабогумусованих – до 3%). Карбонати у вигляді міцелію спостерігаються з глибини 50 см, набуваючи на глибині 80-120 см вигляду білоглазки [118]. У більш понижений Причорноморській низовині розповсюджені каштанові ґрунти, сформовані за відсутності (дефіциту) природної вологи під зрідженою типчаково-полинною рослинністю. Ці ґрунти поділяються на темно-каштанові і каштанові.

Каштанові ґрунти розміщені вузькою смугою в південній частині Причорноморської низовини. Вони відзначаються солонцюватістю і залягають в комплексі із солонцями. Південні чорноземи Придунайської низовини мають слабогумусований, але чіткий профіль. Вони відрізняються своєрідністю карбонатного режиму ґрунту. Це чорноземи типові потужні середньогумусні, що характеризуються гумусовим шаром потужністю до 1 м, вміст гумусу у верхньому шарі (10-40 см) сягає 5,6% [136].

Темно-каштанові та каштанові солонцюваті ґрунти займають вузьку смугу Сухого Степу на Лівобережжі Дніпра. Потужність гумусованої товщі темно-каштанових ґрунтів становить 50 см, а каштанових – 25-30 см. В агрономічному відношенні вони гірші від темно-каштанових залишково-солонцюватих [136]. Темно-каштанові ґрунти (з вмістом гумусу 2,8–3,6 %) в основному поширені в посушливій зоні Степу. За властивостями вони близькі до чорноземів південних, але відрізняються від них меншим вмістом гумусу та потужністю гумусованого шару. До основних негативних особливостей темно-каштанових ґрунтів відносять: ущільненість перехідного горизонту, що зумовлена солонцюватістю і наявністю неглибоко розташованих водорозчинних солей та гіпсу; низькою водовбирною здатністю та водопроникністю. Зрошувальна цінність цих ґрунтів невисока і отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур навіть при зрошенні маловірогідне без внесення збільшених норм органічних і мінеральних добрив. Гумусований профіль ґрунтового розрізу сягає 50-55 см (вміст гумусу становить 2,5-3,0%). Карбонати залягають на глибинах 45-50 см у вигляді білозірки. Як правило, не засолені до глибини 1,5 м.

Різноманітність рослинного світу України зумовлена багатьма факторами. Серед основних агрокліматичних чинників, які зумовлюють різноманітність рослинного світу головну роль відіграє гідротермічний режим місцевості, що визначає зональний розподіл рослинності та межі ареалів окремих її видів, а також вологість та різноманітність ґрунту. Значний вплив на розподіл рослинних угруповань має антропогенний фактор у різних його проявах, що зумовлює негативні наслідки. Зокрема, більше половини території України (65%) займають сільськогосподарські угіддя; а в окремих областях досліджуваної території цей показник становить понад 90 %. Хоча природна рослинність займає близько 30% досліджуваної території; вона зазнала значної трансформації [136].

Луки виникли в результаті вирубки лісів, під впливом випасання та косіння [136]. Площа сіножатей та пасовищ, що включає луки та степи

становить 8,9% досліджуваної території за останні 40 років вона зменшилась на 4%. Поряд із зменшенням площ луків збільшилося навантаження випасу та сіножаття, що зумовлює істотне зниження продуктивності луків. Степи, які потенційно могли б займати до 40% території України, повністю розорані й збереглися лише в системі заповідних об'єктів на площі, що становить приблизно 0,6% території України.

Більша частина території України розташована в Європейській степовій області, яка поділяється на лісову, лісостепову та степову зони. Проте територія досліджень знаходиться в межах лісостепової та степової зон (підобластей). Лісостепова геоботанічна зона представлена Східноєвропейською лісостеповою провінцією дубових лісів, остепнених луків та лучних степів; а степова, в свою чергу, – Понтичною степовою провінцією (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Фрагмент схематичної карти геоботанічного районування досліджуваної території [45-47]

Для Східноєвропейської лісостепової провінції характерні широколистяні грабово-дубові, дубові та грабові (на Правобережжі та

фрагментарно на Лівобережжі) і липово–дубові ліси на Лівобережжі. Значну частину становлять клени гостролистий, польовий і татарський. Вздовж водотоків трапляються фрагменти лісів з вільхи клейкої. На піщаних відкладах заплава поширені осокові та вербові ліси, які досить змінені, а в засолених заплавах – лох вузьколистий. На інших борових терасах річок далеко на південь проникають соснові та дубово–соснові ліси й зарості верби гостролистої.

Степова геоботанічна зона займає приблизно 40 % всієї території України [136]. Степи зазнали безпрецедентного знищення, внаслідок чого степова рослинність збереглася лише на невеликих ділянках. На карті (рис.2.3) показана «відновлена» за ґрунтовим покривом рослинність колишніх степів. У минулому для найпівнічнішої частини степової зони були характерними різнотравно-типчаково-ковилові степи на звичайних чорноземах, з домінуванням ковили Лессінга, пірчастої і волосистої, типчака та рясного різнотрав'я.

У їх складі нерідко траплялися зарості чагарників (терну, степової вишні, дерези, мигдалю, таволги та ін.), а по балках та ярах – байрачні діброви. Південніше формуються типчаково-ковилові степи на південних чорноземах і темно-каштанових ґрунтах. На рівнинних ділянках існують численні западини, вкриті лучною і лучно-солончаковою рослинністю.

2.2. Агрокліматична характеристика зони проведення досліджень

Територія Лісостепу і Степу України характеризується досить складними кліматичними умовами. Основні риси клімату та погодних умов зумовлені відносно південним її розташуванням і особливостями циркуляції атмосфери, пов'язаними з впливом Атлантичного океану та Середземного моря. Досліджувана територія представлена районом інтенсивних атмосферних процесів, які здійснюють суттєвий вплив на клімат. Віддаленість

від океанів створює відмінну особливість клімату – континентальність, тобто його зміну від достатньо зволоженого в західній частині Лісостепу до вкрай посушливого в Південному Степу. Вона проявляється в загальному збільшенні посушливості, яка визначається зменшенням опадів і зростанням температур вегетаційного періоду з північного заходу на південний схід, що збільшує відмінність між опадами та випаровуваністю. Ступінь посушливості, зумовлений не тільки зменшенням опадів у південному та південно-східному напрямку, а і одночасним підвищенням температури повітря. Внаслідок такого географічного розташування основні кліматичні показники різко коливаються.

До особливостей клімату необхідно віднести і значні коливання погодних умов із року в рік. Одночасно з вологими роками можливі дуже посушливі роки, ймовірність яких зростає до півдня та південного сходу.

Агрокліматичне районування – науково обґрунтований поділ території за ознаками подібності і відмінності агрокліматичних ресурсів; за ступенем забезпеченості потреб сільського господарства цими ресурсами. За сукупністю агрокліматичних показників (притоку сонячної радіації, циркуляції атмосфери та підстилаючої поверхні) виділяють агрокліматичні зони, в яких, в свою чергу, містяться агрокліматичні райони. Агрокліматичне районування має важливе значення для обґрунтування системи обробітку ґрунту, проведення меліоративних заходів, впровадження інтенсивних технологій, тощо.

Вищевказаний поділ території на агрокліматичні зони (рис. 2.4) проведено на підставі сум температур за період активної вегетації рослин та гідротермічного коефіцієнта (ГТК). При цьому виділяють 3 агрокліматичні зони: 1) недостатньо вологу, теплу агрокліматичну; 2) посушливу, дуже теплу агрокліматичну та 3) дуже посушливу, помірно жарку агрокліматичну зону з м'якою зимою.

За агрокліматичними показниками та з урахуванням особливостей рельєфу виділяють Донецький недостатньо вологий, дуже теплий агрокліматичний район [45-47]. Межі агрокліматичних зон на рис. 2.4 зображено у вигляді ліній, хоча в натурі немає різкої зміни зони і вони

являють собою полоси, шириною десятки кілометрів.

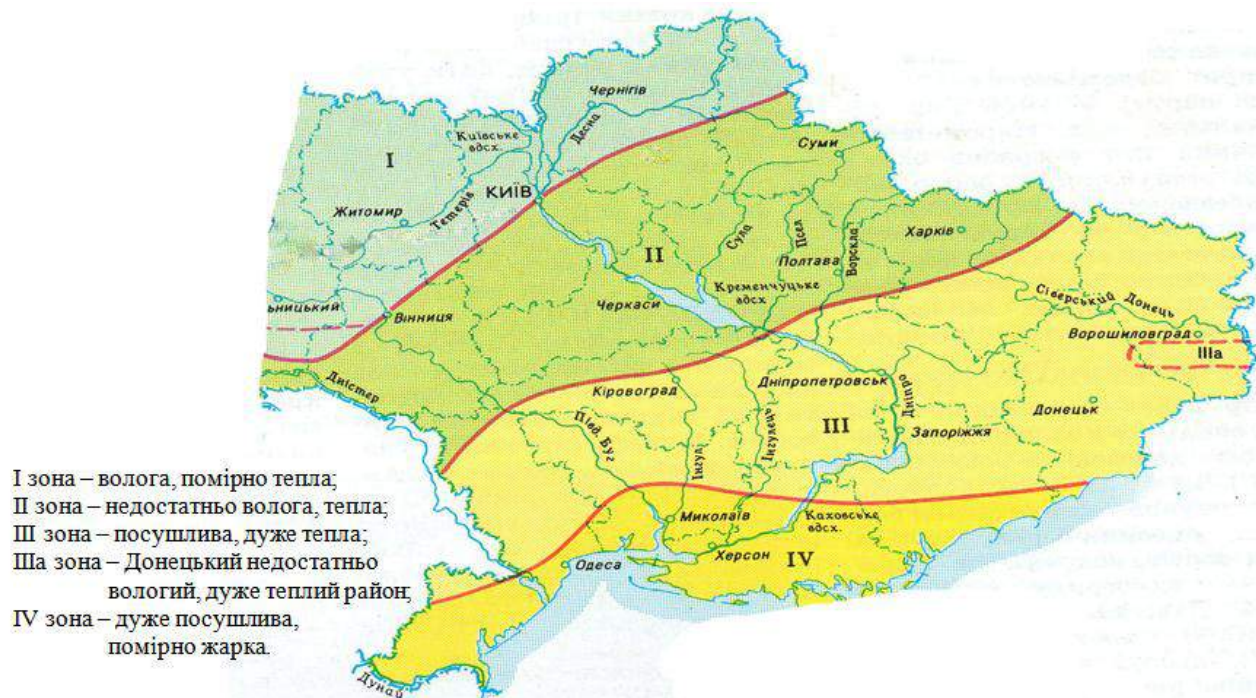


Рис. 2.4. Фрагмент схематичної карти агрокліматичного районування досліджуваної території [45-47]

Недостатньо волога, тепла агрокліматична зона – це зона агрокліматичного районування території, що охоплює частину лісостепової зони. Вона включає більшу частину Вінницької і Полтавської, північну частину Кіровоградської і Харківської областей, південну частину Сумської, а також Черкаську області.

Посушлива, дуже тепла агрокліматична зона – зона агрокліматичного районування, що охоплює частину степової фізико-географічної зони (її північно-степову і в основному середньо-степову підзони). Посушлива зона включає південні частини Кіровоградської, Полтавської та Харківської областей, Дніпропетровської, Донецьку області, а також північні частини Одеської, Херсонської та Запорізької областей.

Дуже посушлива, помірно жарка агрокліматична зона характеризується м'якою зимою і охоплює південну частину степової зони. Включає південні райони Одеської, Херсонської і Запорізької областей.

Кліматичні умови Лісостепу з переміщенням у напрямку півдня

постійно змінюються при наближенні до степової зони. Особливості фізико–географічного положення, надходження сонячної радіації, циркуляції атмосфери та підстиляючої поверхні зумовлюють значну різноманітність кліматичних умов досліджуваної території. На рівнинній території досліджень хід метеорологічних величин з заходу на схід порушують височини, що проявляється у зниженні температури повітря, незначному збільшенні опадів, швидкості вітру, зміні тривалості залягання снігового покриву. Значна довжина морської берегової лінії впливає на клімат прибережних районів, збільшуючи вологість повітря і згладжуючи добовий хід температури повітря.

Теплова забезпеченість досліджуваної території зумовлена розташуванням її в межах середніх широт. Річний радіаційний баланс на всій території – додатний. Тривалість сонячного сяйва змінюється від 1700-2000 годин на рік в лісостеповій зоні до 2000-2400 годин на рік у Степу України [136].

Істотний вплив на розподіл атмосферних опадів та характер зволоження лісостепової та степової зон України чинять рельєф з абсолютними відмітками місцевості і розчленованість території. Підвищені місця, що характеризуються значною розчленованістю поверхні, відрізняються по відношенню до районів, розташованих в низовині, більшою кількістю опадів і кращою зволоженістю. В цьому відношенні очевидна різниця між підвищеною правобережною та пониженою лівобережною частинами Придніпров'я, а також між районами Донбасу, Приазовської височини та рівнинами, що їх оточують.

Найбільш посушлива на досліджуваній території Азово-Причорноморська смуга Степу. На території лісостепової та степової зон режим природного зволоження в окремих районах має свої особливості. Сума середньорічних атмосферних опадів по окремих регіонах значно змінюється. Так, в західних районах лісостепової зони за рік випадає біля 600 мм, тоді як на півночі – лише 500 мм. У південному напрямку кількість опадів зменшується до 373-378 мм (додаток Б.2). Протягом вегетаційного періоду тут випадає 250-300 мм атмосферних опадів зі зменшенням їх в окремі роки до 150

і навіть до 100 мм. В Північному Степу в середньому за рік випадає приблизно 450 мм опадів, а в Південному – 300 мм і менше. За вегетаційний період тут випадає 175-250 мм, зменшуючись в окремі роки до 50 мм [16, 25, 49].

Ступінь зволоженості території визначається також рівнем відносної вологості повітря. Вона зменшується з північного-заходу на південний захід. В середньому за рік відносна вологість повітря тут складає 72-78%: влітку 70-74%, в східних районах – 60-68%, а в окремих випадках можливо навіть 7-10% (додаток Б.3). Низький рівень відносної вологості повітря спричиняє підвищене випаровування, що на більшій частині лісостепової і степової зон перевищує сумарну середньорічну кількість опадів.

Середньорічні температури повітря знаходяться в межах від 6°C (в північних районах) до 12°C (на півдні). Загальна зміна річних температур вказує на доволі рівномірне збільшення середніх річних температур із північного сходу до південного заходу. На підвищеннях (Донецький кряж) спостерігається вертикальна зональність. Важливою характеристикою теплового режиму досліджуваної території є сума температур, що характеризує потребу рослин у теплі. Сума температур вище 10°C в північно-західних районах Степу і Лісостепу складає 2400-2600°C, а в південних – 3200-3400°C. Середня тривалість періоду активної вегетації з температурою повітря більше 10°C змінюється від 165 днів у Північному Степу до 185 – в південному; в лісостеповій зоні вона коливається від 154 до 162 днів [45-47].

Для клімату досліджуваної території характерні чітко виражені кліматичні сезони – зима, весна, літо, осінь. Перехід від одного сезону до іншого, як правило, проходить поступово, і вказати дати початку і кінця сезону можна лише умовно. Визначення початку і кінця сезону відбувається в результаті переходу середньої добової температури повітря через певні межі.

Зима. В загальних рисах клімат території характеризується тим, що зима тут досить тривала, але порівняно тепла для даного географічного розташування. Зима найбільш непостійна пора року. Наставання її відбувається пізніше на півдні порівняно з північно-східними районами.

Зимовий період відзначається переважанням похмурої та вітряної погоди з частим випадінням атмосферних опадів. Відмінною особливістю зимового періоду є мінімальна тривалість сонячного сьйва та найбільша хмарність. У складі сумарної радіації переважає розсіяна радіація, яка вдвічі перевищує пряму. Взимку (грудень – січень) радіаційний баланс на більшій частині території досліджень від'ємний і змінюється від -80 МДж/м^2 на північному заході до -70 МДж/м^2 на півдні, а з лютого на значній частині території стає позитивним.

Зимовий сезон характеризується частими відлигами, під час яких земля повністю звільняється від снігового покриву. Найчастіше відлиги спостерігаються у грудні на півдні досліджуваної території (додаток Б.4). У січні спостерігається найменша кількість днів з відлигою (9-14), у лютому їх повторюваність знову збільшується. У Степу кількість днів з відлигою становить 50–60, а на північний схід зменшується до 30. Максимальна температура повітря під час відлиг становить на півдні 20–22 °С. Відповідно до загального ходу температури повітря найнижчі значення абсолютного мінімуму за рік у більшості випадків спостерігаються у січні (мінус 42 – мінус 26°С) і лютому (мінус 39 – мінус 26°С).

Атмосферні опади випадають переважно у вигляді снігу, взимку вони відрізняються великою частотою та тривалістю. В лютому випадає найменша місячна кількість опадів (16-27 мм). У Лісостепу сніговий покрив утворюється в середньому у другій декаді. Наприкінці листопада сніг вкриває вже більшість території. На півдні це відбувається пізніше: на Причорноморській низовині – у першій декаді грудня [5-9]. Завдяки сніговому покриву глибина промерзання ґрунту незначна та не відбуваються різкі коливання температури ґрунту. Захисна дія снігу особливо важлива для люцерни. При сніговому покриві більше 30 см посіви люцерни не вимерзають навіть при сильних морозах. Проте і тривале знаходження під снігом при температурі на глибині вузла кушіння, близької до 0 °С, викликає випрівання рослин [88].

Відносна вологість повітря висока протягом всього холодного періоду – з жовтня по березень переважають значення вологості 75-88%. Низька відносна вологість супроводжує високу випаровуваність, яка на більшій частині лісостепової та всій частині степової зони перевищує сумарну середньорічну кількість опадів. У зв'язку з цим коефіцієнт зволоження, який відображає співвідношення опадів до випаровування, менше одиниці, а в південних та південно–східних районах зменшується до 0,4-0,3 [4-8]. У цей час випаровуваність значно перевищує кількість опадів, що випали за цей період. Більш ефективними є осінні, зимові та ранньовесняні опади, які формують значні запаси вологи в ґрунті. У зимовий сезон спостерігаються різноманітні атмосферні явища (тумани, хуртовини, ожеледь, дуже рідко – грози).

Закінчення зими та настання весни розпочинається на південному заході (середина і кінець другої декади лютого), на значній території – в середині березня. У північно-східних районах її тривалість становить 120-130 днів. На південному заході зима найкоротша (50-60 днів), на решті території вона триває 90–110 днів. Добре відомо, що весна – це сезон року, що складає 50-55 днів на сході та 55-65 днів на іншій більшій частині території. Протягом весняного сезону температура повітря швидко зростає. Весна настає з переходом середньої добової температури повітря через 0°C у бік її підвищення. Проте період вегетації починається після стійкого переходу середньодобової температури повітря через 5°C, що відбувається в першій декаді квітня, а на південному заході Степу в третій декаді березня. За аналізом метеорологічних даних встановлено, що тривалість його складає від 159-171 днів на півночі зі збільшенням до 176-198 днів на півдні [10].

Навесні послаблюється циркуляційна діяльність та посилюється роль радіаційного фактора й підстиляючої поверхні. Для весни характерне інтенсивне надходження сонячної радіації. Навесні відбувається перебудова баричного поля, внаслідок чого спостерігається вітер різних напрямів: на більшій частині досліджуваної території переважає східний та південно–східний вітер; у березні середня місячна швидкість вітру має такі самі

показники, як і взимку, з квітня починається послаблення вітру до 2-5 м/с.

Зимовий характер розподілу середньої добової температури повітря утримується ще й у березні. З березня починається її стрімке зростання, і вона стає на 3-5°C вищою, ніж у лютому. На півдні температура повітря вже додатна, а на північному сході ще залишається від'ємною. В квітні, коли відбувається значне підвищення температури, відносна вологість повітря знижується до 66-68%. Інтенсивне зростання максимальної температури повітря відбувається після остаточного сходження снігового покриву. У березні вона підвищується до 20°C, у квітні – до 29-32°C. У травні максимальні значення температури повітря сягають 32-35°C. Абсолютний мінімум температури повітря і в травні на значній території має від'ємні значення. Для весни характерні заморозки. Особливо небезпечні пізні заморозки (у травні на початку червня). Починаючи з березня спостерігається поступове збільшення опадів на 3-7 мм. Навесні облогові дощі змінюються на зливові.

Характер погоди на початку весни, особливо у першій половині березня, близький до зимового: нерідко під час посилення вітру спостерігаються хуртовини. Навесні починає розвиватися грозова діяльність, найбільш інтенсивно – наприкінці весни. Необхідно відмітити, що затяжні весни з великою кількістю атмосферних опадів створюють несприятливі умови для проведення сільськогосподарських робіт, проте сприяють в подальшому отриманню гарних урожаїв.

Літо – сезон року, обмежений стійким переходом середньодобової температури повітря через 15°C у період її підвищення навесні та зниження восени. Літній сезон настає на значній території в середині травня [45-47]. Влітку основним кліматоутворюючим фактором стає сонячна радіація й підстиляюча поверхня. Літо характеризується значною однорідністю та стійким розвитком атмосферних процесів. У липні відмічається північно-західний та західний вітер, у південних районах – північний. Середня місячна швидкість вітру влітку менша, ніж в інші сезони. У липні – серпні вона зменшується до 2-3 м/с.

У липні та серпні відносна вологість повітря знижується, що обумовлює майже по всій досліджуваній території в цей період посушливу погоду. Інтенсивність та повторюваність посушливих періодів збільшується з північного сходу в південно-східному напрямку. В східних, південно-східних та південних районах посушливість істотно підсилюється суховійними східними та південно-східними вітрами, що часто супроводжуються пиловими бурями. В цей час висихання ґрунту сягає найвищої межі, а в Південному Степу в шарі ґрунту 0-100 см вичерпується весь запас доступної рослинам води. Відносна вологість повітря складає 61-68% на півночі Степу та в Лісостепу.

Влітку поле температури повітря найбільш стійке і однорідне, межі її коливання скорочуються. Найвищих значень у річному ході середня температура досягає в липні. З середини серпня температура повітря повсюди знижується до 17-20°C. Абсолютний максимум температури повітря становить 30-35°C, він поступово знижується у напрямку з півдня на північ зі сходу на захід. Найвищі його значення (32-34°C) зафіксовані в південних і південно-східних районах досліджуваної території.

Найбільша кількість опадів випадає у червні–липні 60-74 мм на місяць, і тільки на півдні степової зони вона не перевищує 55 мм; у серпні вона зменшується і тільки в жовтні помітно спостерігається незначне збільшення; переважають зливи. Для літа характерна значна мінливість опадів: амплітуда коливань кількості може сягати 200 мм. Оподи супроводжуються грозою, градом, шквалами, сильними вітрами. В окремі роки спостерігаються посушливі явища (засухи та суховії). Закінчується літо в першій декаді вересня майже на всій досліджуваній території. Найкоротший літній сезон (100-105 днів) – на півночі та в західних районах території дослідження. У напрямі на південь його тривалість поступово збільшується до 140 днів на узбережжях морів [136].

Осінь настає в середині вересня. Найраніше (у першій декаді вересня) осінній сезон розпочинається на північному сході, в центральних областях – у

середині вересня. На півдні початок осені зміщується на пізніші строки – на третю декаду вересня. Восени послаблюється роль радіаційного фактору, а тривалість сонячного сьйва значно скорочується. Радіаційний баланс зменшується майже у чотири рази, але ще до початку листопада залишається позитивним, а наприкінці листопада він стає від'ємним. Відносна вологість повітря з вересня зростає в середньому до 70% особливо у східних і південних областях. У жовтні на більшій території вологість сягає 76-80%. Восени на вітровий режим впливає зміна синоптичних процесів літнього сезону на зимовий. У північно-західних районах спостерігається вітер західних румбів. У південних районах чітко виражена зона північного та північно-східного вітру; середня швидкість його збільшується й становить 2-4 м/с.

Середня температура повітря осіннього сезону з вересня до листопада швидко знижується (на 4-8°C). Восени температура повітря знижується швидше, ніж підвищується навесні. Це пов'язано зі значним зменшенням радіаційною балансу. Осінній перехід температури через 15°C в Лісостепу приходить на першу та другу декаду вересня; а в Степу – в третій декаді вересня. Тривалість літа коливається від 107 до 139-151 днів. Це найбільш тривалий сезон, особливо в південній частині досліджуваної території [47]. Максимальна температура повітря ще досить висока (приблизно біля 30°C) і у листопаді вона ще залишається додатною. Збільшується хмарність, поступово встановлюється зимовий розподіл температури повітря і в третій декаді листопада середня температура повітря майже на всій досліджуваній території знижується до від'ємних значень. Ранні заморозки на сході можуть мати місце вже наприкінці серпня, а на більшій частині території – в другій декаді вересня.

На більшій частині території закінчення осені відбувається в третій декаді листопада, а на узбережжі морів – наприкінці грудня. Кінець періоду вегетації настає в третій декаді жовтня і тільки в південно-західних районах – у першій-другій декадах листопада. Отже, тривалість вегетаційного періоду складає 205-248 днів. Холодний період характеризується хуртовинами,

снігопадами, ожеледицею, морозами та туманами; теплий – підвищеною спекою, суховіями, пиловими бурями, високою пожежонебезпечністю, інтенсивними дощами, грозами, градом, шквалами та смерчами.

Необхідність проведення зрошення для інтенсифікації землеробства, отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур зумовлена високими температурами і низькою вологістю повітря та ґрунту, тривалими бездошовими періодами, частими суховіями, малими значеннями гідротермічного коефіцієнта, що спостерігаються протягом вегетаційного періоду в степовій і лісостеповій зонах України.

2.3. Методика проведення досліджень

Дослідження з розробки водозберігаючих режимів зрошення люцерни проведені з використанням спеціальних методик польового досліду та застосування інформаційних технологій у сільському господарстві [63, 68]. Методологічною основою досліджень був системний підхід, а методи були побудовані на принципах системного аналізу.

Для аналізу метеорологічних умов за період 1948-2015 рр. були використані дані метеорологічних елементів, вимірянних на станціях Українського степової і лісостепової зон України [4-8], а також метеорологічні дані з мережі Інтернет [10].

Для перевірки розроблених моделей водозберігаючих режимів зрошення протягом 2014-2016 рр. в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області було проведено виробничі дослідження, в яких перевіряли ефективність застосування розрахункових водозберігаючих режимів зрошення люцерни (за методом АГМ – агрогідрометеорологічний метод Литовченка О.Ф., 2011). Поливи проводили дощувальною машиною Valley.

Поливні норми при вирощуванні люцерни можна визначати за

формулою (2.1) [146]:

$$m = 100 \times v \times h \times (\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\text{Ф}}), \quad (2.1)$$

- де m – поливна норма, м³/га;
 v – об'ємна маса ґрунту, т/м³;
 h – глибина зволоженого шару ґрунту, м;
 $\beta_{\text{НВ}}$ – вологість ґрунту, відповідна НВ, % від маси сухого ґрунту;
 $\beta_{\text{Ф}}$ – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси сухого ґрунту.

Сумарне водоспоживання досліджуваної культури за весь вегетаційний період і за окремі міжфазні періоди можна визначати методом водного балансу [102] за формулою (2.2):

$$E = M + O + (W_{\text{h}} - W_{\text{k}}), \quad (2.2)$$

- де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, м³/га;
 M – зрошувальна норма за період, м³/га ;
 O – опади за період, м³/га ;
 W_{h} – запас вологи в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га;
 W_{k} – запас вологи в активному шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га.

Відносні значення біокліматичного потенціалу за Шашко Д.І. [186] визначається за формулою (2.3):

$$БКП = K_p \frac{\sum t_{\text{акт}}}{1000}, \quad (2.3)$$

- де $БКП$ – відносні значення біокліматичного потенціалу;
 K_p – коефіцієнт росту за річним показником атмосферного зволоження;
 $\sum t_{\text{акт}}$ – сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації на досліджуваній території, °С;

1000 – базисна сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації, °С.

У наведеній формулі K_p [186] можна відобразити наступним виразом:

$$K_p = \lg(20 \cdot K_y), \quad (2.4)$$

де K_y – коефіцієнт річного атмосферного зволоження, який дорівнює відношенню кількості опадів (P) до суми середніх добових значень дефіциту вологості повітря ($\sum d$).

Для встановлення взаємозв'язків між досліджуваними параметрами режимів зрошення люцерни було використано метод найменших квадратів, завданням якого є: знаючи положення точок на площині (поле кореляції), так провести лінію регресії, щоб сума квадратів відхилень вздовж осі ОУ цих точок від проведеної прямої була мінімальною [175]. Розрахунки проводили за формулою (2.5):

$$S = \sum [W_{лi} - (aW_{пi} + b)]^2 \rightarrow \min. \quad (2.5)$$

Метод найменших квадратів належить до найбільш надійних порівняно з методами найменшої середньої похибки та вибіркового значення. У наших дослідженнях лінія зв'язку апроксимована рівнянням прямої [126], встановлювали за формулою (2.6):

$$W_{л} = a \cdot W_{п} + b, \quad (2.6)$$

де $W_{л}$ і $W_{п}$ – вологозапаси відповідно під люцерною і озимою пшеницею;

a – тангенс кута нахилу лінії регресії до осі координат;

b – вільний член рівняння регресії, геометрично представляє відстань від початку координат до точки перетину лінії регресії з віссю ординат.

Для оцінки тісноти зв'язку між досліджуваними значеннями використано коефіцієнт кореляції r [175], що змінюється від 0 до ± 1 і може

бути апроксимованим за формулою (2.7):

$$r = \frac{\sum_1^n (W_l - \overline{W}_l)(W_n - \overline{W}_n)}{\sqrt{\sum_1^n (W_l - \overline{W}_l)^2 \cdot \sum_1^n (W_n - \overline{W}_n)^2}}, \quad (2.7)$$

де W_l і W_n – вологозапаси відповідно під люцерною і пшеницею озимою.

Чим більше значення коефіцієнта кореляції, тим тісніше зв'язок [175].

Значення коефіцієнта дорівнюють або близькі до 0 свідчать про те, що зв'язок відсутній, а коли $r = \pm 1$ – про функціональний зв'язок. Додатні значення коефіцієнта кореляції свідчать про наявність прямого зв'язку, коли при збільшенні одного показника збільшується і інший. Від'ємні значення відповідають зворотному зв'язку і свідчать про те, що при збільшенні одного показника інший буде зменшуватись [63].

Для оцінки достовірності отриманого значення коефіцієнта кореляції ймовірна похибка [20], яку визначали за формулою (2.8):

$$\varepsilon_r = \pm 0,674 \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}, \quad (2.8)$$

де r – коефіцієнт кореляції;

n – кількість вимірювань.

Середню квадратичну похибку розрахунків коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення розраховували за формулою (2.9):

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}. \quad (2.9)$$

Для оцінки надійності методики подовження інструментальних рядів вимірювань ґрунтових ресурсів вологи під посівами люцерни використано такі статистичні показники [110], які наведено у формулах (2.10-1.14).

а) середньоквадратичне відхилення вимірювань вологозапасів:

$$\sigma_W = \sqrt{\frac{\sum (W_{\text{ВИМ}} - \bar{W}_{\text{ВИМ}})^2}{n-1}}; \quad (2.10)$$

б) середньоквадратичне відхилення подовжених рядів вологозапасів:

$$\sigma_{\Pi} = \sqrt{\frac{\sum (W_{\Pi} - \bar{W}_{\Pi})^2}{n-1}}; \quad (2.11)$$

в) середньоквадратичне відхилення подовжених статистичних рядів вологозапасів від виміряних:

$$\sigma_{\Delta W} = \sqrt{\frac{\sum (W_{\Pi} - W_{\text{ВИМ}})^2}{n-1}}; \quad (2.12)$$

г) відносне середньоквадратичне відхилення подовжених запасів ґрунтової вологи від виміряних:

$$\Delta\sigma_{\text{від}} = \frac{100\sigma_{\Delta W}}{W_{\text{ВИМ}}}; \quad (2.13)$$

д) критерій якості розрахункової методики:

$$\mu = \frac{\sigma_{\Delta W}}{\sigma_W}, \quad (2.14)$$

де W_{Π} , $W_{\text{ВИМ}}$ – відповідно подовжені за формулами (2.10) і (2.12) і виміряні термостатно-ваговим методом запаси вологи під посівами люцерни;

$\bar{W}_{\text{ВИМ}}$ – середні значення виміряних запасів вологи;

n – кількість членів статистичного ряду.

Для встановлення значення ґрунтової вологи в шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см використано методику Литовченка О.Ф. [107], яка базується на використанні формул (2.15-2.17):

$$W = c - a \cdot \exp(-b \cdot P) \cdot \varphi_R, \quad (2.15)$$

де c – емпіричний параметр, що характеризує зволоженість території;

a – емпіричний параметр, що відбиває агрогідрологічні властивості

грунту;

exp – основа натуральних логарифмів (2,718281828);

b – показник, що враховує особливості режиму водоспоживання сільськогосподарської культури у конкретних природних умовах;

φ_R – коефіцієнт рельєфу місцевості, що враховує вплив на ґрунтові вологозапаси експозиції та крутизни схилу, на якому розташоване поле;

P – комплексний показник попередніх погодних умов (КПППУ), що визначається за формулою:

$$P = \frac{1000S_0}{\sum d \sqrt{\sum t_1}}, \quad (2.16)$$

де $\sum d$ – сума середньодобових дефіцитів вологості повітря (мб) доки температура повітря сягає вище $+5$ °С;

S_0 – сума зважених за часом добових атмосферних опадів за період від дати переходу температури повітря через $+5$ °С восени попереднього року до дати визначення вологозапасів, що визначається за формулою:

$$S_0 = \sum (0,97 \cdot h_i \cdot e^{-0,025 \cdot T}), \quad (2.17)$$

де T – кількість днів від початку сумування добових значень опадів до розрахункової дати.

Економічну ефективність досліджуваних режимів зрошення встановлювали згідно методик [51, 71, 166]. Розрахунки здійснені за фактичними витратами, передбаченими технологіями вирощування люцерни в умовах степової та лісостепової зон України за фактичними показниками технологічних карт. Для оцінки економічної ефективності брали основні показники: вартість валової продукції з 1 га посівної площі, собівартість 1 т сіна люцерни, умовний чистий прибуток та рівень рентабельності. Вартість одержаної продукції та агресурсів обрані за цінами, що фактично склались у

господарствах на 1 вересня 2016 р.

Енергетичну оцінку досліджуваних чинників проводили використовуючи «Методику оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур» [180].

Висновки до розділу 2

1. Вирощування люцерни на зрошуваних землях степової та лісостепової зон України потребує врахування зональних особливостей локальних територій, зокрема кліматичних, ґрунтових та господарсько-економічних чинників. Крім того, сучасні технології вирощування люцерни повинні бути засновані на науково обґрунтованих комплексах агрозаходів, застосуванні комп'ютерних технологій, які враховують вплив абіотичних, біологічних, економічних, енергетичних та екологічних факторів.

2. Степ та Лісостеп України має родючі ґрунти, які за умов створення сприятливого поживного режиму ґрунту шляхом внесення добрив здатні забезпечувати високі та якісні врожаї люцерни. Ґрунти зони проведення досліджень мають високий рівень активної вологості, що дозволяє використовувати зрошення з високим рівнем ефективності, отримувати приріст урожайності в 1,5-2 і більше рази.

3. Враховуючи тривалий термін метеорологічних спостережень – 1948-2015 рр., який був використаний для формування закономірностей режимів зрошення люцерни, та різноманітність погодних умов в різних локальних регіонах, можна зробити висновок про те, що нами отримана об'єктивна інформація з досліджуваних питань. Тому одержані за результатами досліджень висновки й рекомендації виробництву мають наукову й практичну цінність, можуть бути використані у виробництві для умов степової та лісостепової зон України при формуванні водозберігаючих режимів зрошення люцерни.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ПОСІВІВ ЛЮЦЕРНИ В УКРАЇНІ

Для Південного Степу України на насінневі люцерні застосовують диференційований режим зрошення за двома міжфазними періодами: весняне відростання - масова бутонізація і масова бутонізація - початок дозрівання насіння. У першому періоді необхідно забезпечити умови для нормального росту й розвитку рослин, що досягається за допомогою проведення вегетаційних поливів при вологості 0-100 см шару ґрунту середніх і важких суглинків в межах 70-75% НВ. У другому періоді завданням поливного режиму є створення оптимальних умов для проходження процесів запліднення і плодоутворення, що досягається шляхом гальмування ростових процесів. Тому рівень передполивної вологості 0-100 см шару в цей період на середніх і важких за механічним складом ґрунтах необхідно підтримувати в межах 60-65% НВ [121].

3.1. Характеристика методів розрахунку режимів зрошення посівів люцерни в Україні

Значення люцерни як високобілкової кормової культури, загальновідоме. В її зеленій масі і сніні міститься велика кількість протеїну, майже всі необхідні для тварин вітаміни, та всі цінні мінеральні речовини (кальцій, калій, фосфор та ін.). Найбільш ядро значення люцерни проявляються при вирощуванні її в умовах зрошення. При оптимальному режимі вологості ґрунту її травостій швидко відновлюються, що дозволяє протягом літа проводити 4–5 укосів і в результаті за вегетацію отримувати високі врожаї зеленої маси та сіна, забезпечивши тварин білково-вітамінним кормом.

Дані науково-дослідних інститутів і досвід передових господарств свідчать, що при зрошенні люцерна є однією з високопродуктивних кормових культур, а за поживністю кормової продукції вона не має собі рівних. Відомо, що люцерна – є прекрасним попередником для сільськогосподарських культур, добре розсолує ґрунти, але при цьому потребує багато поливної води.

Серед основних факторів, що забезпечують ріст і розвиток рослин, важливе місце займає ґрунтова волога. Оптимальний її рівень протягом вегетаційного періоду гарантує одержання високого і сталого урожаю культури. Забезпечення вологою посівів люцерни у період вегетації оцінюється її наявністю у ґрунті. Об'єктивність такої оцінки на думку Уланової Є.С. та Забеліна В.М. [175] зумовлена тим, що дані про зволоженість ґрунту мають велику інерційність у часі і є найбільш інформативним серед інших агрометеорологічних показників.

Особливість даних інструментальних вимірювань полягає в тому, що їх статистичний ряд обмежений і майже на кожній гідрометеостанції (ГМС) досліджуваної території він недостатній. В агрометеорологічних щорічниках за 1966-1987 рр. [9] представлена інформація про виміряні щодакдні значення запасів вологи під посівами люцерни на 23 ГМС у степовій та лісостеповій зонах України. На частині (8 ГМС) із них ряд інструментальних спостережень (вимірювань) недостатній, тобто 1–2 роки, а на 15 ГМС вимірювання сягає від 4 до 20 років. У зв'язку з цим дуже важливо збільшити об'єм інформації, тобто привести короткі ряди спостережень (вимірювань) до тривалого періоду і для усіх пунктів, де проводились вимірювання, тобто до репрезентативного періоду. На нашу думку таке подовження статистичних рядів інструментальних вимірювань під посівами люцерни можливе за двома методами: для середнього періоду спостережень ($n \geq 20$ вимірювань) за допомогою кореляційних зв'язків, а для дуже короткого ряду ($n \leq 20$ вимірювань) – шляхом перехідного коефіцієнту, тобто наближеним способом [118].

Забезпеченість періоду вегетації вологою під посівами люцерни

звичайно оцінюється наявністю продуктивної вологи у шарах ґрунту 0-50, 0-75 та 0-100 см за весь репрезентативний період. Загальні запаси (ресурси) ґрунтової вологи для люцерни другого та наступних років вегетації, що мають добре розвинену кореневу систему, звичайно оцінюють у шарах ґрунту 0–50 та 0–100 см. Проте для першого року вегетації люцерни дуже важливо знати запаси вологи в шарі ґрунту 0-75 см [57].

При застосуванні статистичних методів аналізу та обробки даних тривалого періоду спостережень необхідно будувати графіки зв'язку досліджуваних даних (в нашому випадку це вологозапаси), попередній аналіз яких наочно виявляє ступінь лінійної або криволінійної залежності між явищами, що аналізуються, а також дає можливість встановити значення, що різко і необґрунтовано відхиляються від загальної закономірності статистичного зв'язку.

У нашому випадку для подовження статистичних рядів використано метод кореляційної залежності двох змінних. Кореляція, тобто взаємозв'язок, або взаємозалежність зв'язків між декількома змінними величинами [68]. Зв'язок між величинами, коли кожному значенню однієї величини відповідає лише одне достатньо суттєве значення іншої є найбільш простим видом функціонального зв'язку.

Емпіричні дані вимірювань вологозапасів під посівами озимої пшениці та люцерни, зв'язок між якими визначається, необхідно проаналізувати на відповідність даних загальним закономірностям зміни того чи іншого явища та його взаємозв'язку з іншими аналогічними явищами. Після аналізу і вибірки помилкових (ненадійних та сумнівних) даних спостережень визначають відносно якої величини будують графік залежності. Вибіркову сумнівних даних проводили за відповідністю виміряних термостатно-ваговим методом вологозапасів метеорологічним даним. Так, наприклад, за даними ГМС Могилів-Подільський 07.09.1984 р. виміряні вологозапаси у шарі ґрунту 0-100 см склали 38 мм, а 17.09.1984 вони збільшилися на 128 мм. При цьому за період між проведеними вимірюваннями випало лише 6,9 мм атмосферних

опадів. В іншому випадку за даними ГМС Ізмаїл 18.06.1982 р. в шарі ґрунту 0-100 см містилося 14 мм; за період з 18.06.1982 р. до 28.06.1982 р. випало 38,6 мм опадів, а в шарі 0-100 см зафіксований приріст вологи лише 9 мм вологозапасів. За результатами проведення такого аналізу даних було вибракувано приблизно 17% інформації, представленої в щорічниках. Для подовження статистичних рядів спостережень було використано 2953 пари випадків вимірювань запасів ґрунтової вологи, отриманої термостатно-ваговим методом під посівами озимої пшениці та люцерни у шарах ґрунту 0-50 і 0-100 см.

3.2. Подовження статистичних рядів інструментально вимірних ресурсів ґрунтової вологи

Кореляцію двох змінних визначають двома прийомами: як прийомом графічної кореляції, так і аналітичним способом найменших квадратів. Лінійна залежність між двома величинами X та Y краще виражається прямою, яка проходить через точку, що відповідає середньоарифметичним значенням цих змінних. Визначивши одну точку на прямій можна визначити кут її нахилу, наносячи на графік точки та визначаючи середні з координат точок, поділених за двома та більше інтервалами значень незалежної змінної X . Якщо всі нанесені на графік точки поділено на дві приблизно рівні групи, то пряма, побудована за середніми координатами (центрами тяжіння потоку точок) кожної групи, не тільки визначить коефіцієнт залежності, але і пройде через точку середньоарифметичного значення.

Пряма, що побудована за центрами тяжіння, звичайно має дещо більший нахил, ніж пряма, що визначається способом найменших квадратів. Зі збільшенням тісноти кореляційного зв'язку відхилення між двома вказаними прямими зменшується, а при абсолютній кореляції вони співпадають. Залежність, побудована за центрами тяжіння з деяким наближенням дає

мінімум суми абсолютних величин відхилень, тоді як залежність, що отримана методом найменших квадратів, призводить до мінімуму суми квадратів відхилень.

Центри тяжіння груп точок звичайно знаходять графічно – шляхом послідовного осереднення. Спочатку на графіку знаходять середину між двома точками, потім – відрізки, що сполучають середні значення цих двох точок ділимо навпіл, отримуючи середнє для чотирьох точок і т.д. Точки завжди групуються у відповідності до залежної змінної. Якщо точки групуються відносно залежної змінної, отримаємо дещо іншу пряму, причому розходження між вказаними двома варіантами побудови зростає зі зменшенням тісноти кореляції.

Отже, за отриманими таким чином даними побудовано графіки залежності вологозапасів у шарі ґрунту 0-100 см під посівами люцерни та озимої пшениці (рис. 3.1).

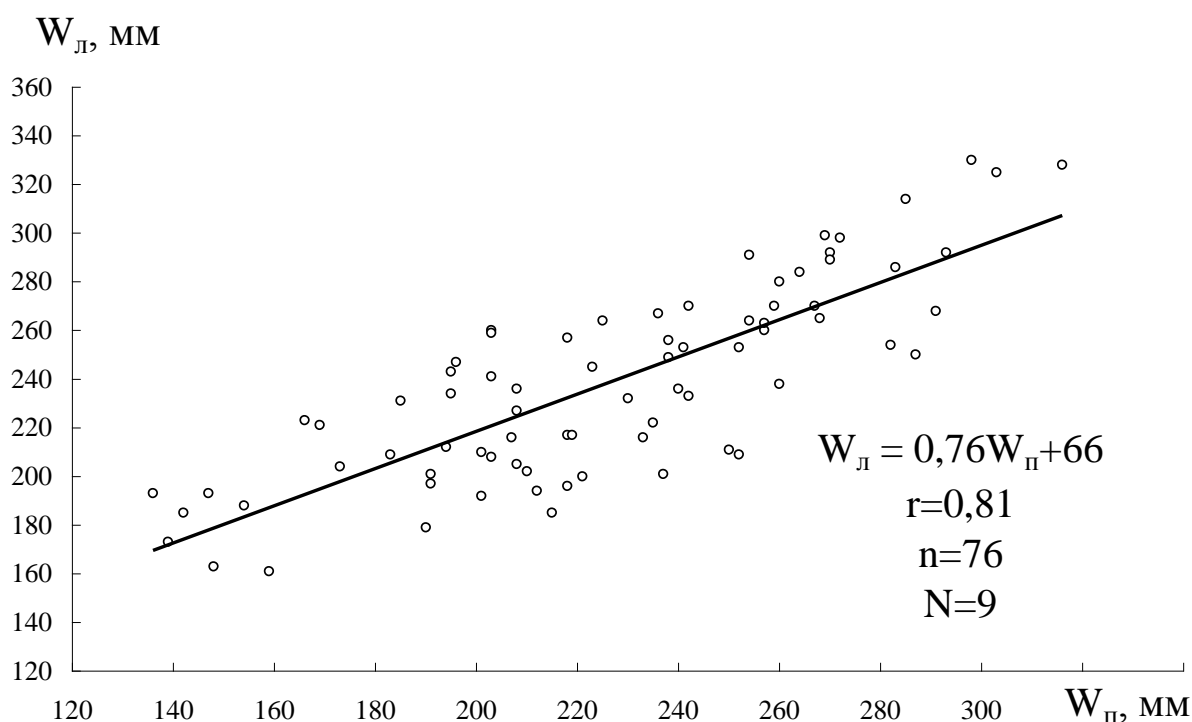


Рис. 3.1. Зв'язок вологозапасів в шарі ґрунту 0-100 см під посівами люцерни та озимої пшениці за даними ГМС ім. Шевченко

Абсциси відповідають значенням вологозапасів під посівами озимої

пшениці (W_n), а ординати – під посівами люцерни (W_l) за ряд спільних (паралельних, одночасних) вимірювань з похибкою в один день припустивши, що вологозапаси за цей день істотно не зміняться. Отже, отримавши набір даних, що рівномірно розташовані вздовж прямої лінії можна встановити зв'язок між досліджуваними (експериментальними) значеннями запасів вологи.

3.3. Розробка методу розрахунків водозберігаючих режимів зрошення люцерни в Степу та Лісостепу України

Якщо при розгляді центрів тяжіння груп (двох, трьох тощо) буде встановлено, що осереднення дає криву лінію, остання може бути проведена за середніми точками у вигляді кривої, що не обов'язково повинна проходити через всі центри тяжіння точок. У нашому випадку для визначення графічної кореляції застосовано спосіб найменших квадратів, як найбільш надійний.

У загальному вигляді розсіювання точок, що відповідають нормальному статистичному закону розподілу, відбувається в межах так званого «еліпсу розсіювання». З огляду на те, що у нашому випадку зв'язок функціональний, еліпс представляє собою набір точок, підпорядкованих однозначній лінійній залежності. За кореляційним полем можна визначати тісноту зв'язку, тобто чим тісніше зв'язок, тим більша кількість точок знаходиться в центрі і порівняно мала їх кількість розташована на периферії графіку залежності і навпаки.

Значення параметрів a і b обчислюються за наступними залежностями і формулами (3.1-3.2) [35]:

$$a = (n \cdot \sum W_n \cdot W_l - \sum W_n \cdot \sum W_l) / (n \cdot \sum W_n^2 - (\sum W_n)^2); \quad (3.1)$$

$$b = (\sum W_l \cdot \sum W_n^2 - \sum W_n \cdot W_l \cdot \sum W_n) / (n \cdot \sum W_n^2 - (\sum W_n)^2), \quad (3.2)$$

де n – кількість членів досліджуваного ряду.

При застосуванні методу найменших квадратів обов'язковою умовою є

достатньо довгі ряди спостережень. Отже, за даними встановлених залежностей, з використанням ЕОМ побудовано графіки зв'язку між вологозапасами під посівами озимої пшениці та люцерни (додатки В.1-В.12) за репрезентативний період. У результаті отримано залежності за даними фактичних спостережень вологозапасів для 15 ГМС (табл. 3.1 та 3.2) в степовій та лісостеповій зонах України.

Таблиця 3.1

Аналітичні значення кореляційних залежностей вологозапасів під посівами люцерни ($W_{л}$) від вологозапасів під посівами озимої пшениці ($W_{п}$) в шарі ґрунту 0-50 см у степовій та лісостеповій зонах України

№ П/П	Метеостанція	Рівняння кореляційної залежності	r	n	N
1	Апостолове	$W_{л} = 0,59W_{п} + 71$	0,76	34	6
2	Асканія-Нова	$W_{л} = 0,51W_{п} + 154$	0,79	125	14
3	Бердянськ	$W_{л} = 0,81W_{п} + 23$	0,79	45	6
4	Білопілля (Сум.)	$W_{л} = 0,63W_{п} + 30$	0,76	248	18
5	Долинська	$W_{л} = 0,68W_{п} + 40$	0,90	96	11
6	Жашків	$W_{л} = 0,79W_{п} + 29$	0,93	57	6
7	Затишся	$W_{л} = 0,64W_{п} + 52$	0,75	35	6
8	Ім.Шевченко	$W_{л} = 0,77W_{п} + 38$	0,90	79	9
9	Козача Лопань	$W_{л} = 0,99W_{п} + 5$	0,91	26	3
10	Красноград	$W_{л} = 0,80W_{п} + 6$	0,85	41	4
11	Кривий Ріг	$W_{л} = 0,72W_{п} + 20$	0,86	21	3
12	Могилів-Подільський	$W_{л} = 0,70W_{п} + 29$	0,86	40	5
13	Одеса	$W_{л} = 0,63W_{п} + 54$	0,83	115	17
14	Полтава	$W_{л} = 0,86W_{п} + 5$	0,88	290	19
15	Синельникове	$W_{л} = 0,85W_{п} + 18$	0,92	85	9

Примітка: r – коефіцієнт кореляції; n – кількість вимірювань; N – кількість років спостережень.

Аналізом експериментальних даних доведено, що кореляційні залежності між вологозапасами під посівами люцерни ($W_{л}$) та вологозапасами під посівами озимої пшениці ($W_{п}$) у шарі ґрунту 0-50 см у степовій та лісостеповій зонах України мають високу ступінь кореляційного зв'язку –

понад 0,7.

Таблиця 3.2

Аналітичні значення кореляційних залежностей вологозапасів під посівами люцерни ($W_{л}$) від вологозапасів під посівами пшениці озимої ($W_{п}$) в шарі ґрунту 0-100 см в степовій та лісостеповій зонах України

№ п/п	Метеостанція	Рівняння кореляційної залежності	r	n	N
1	Апостолове	$W_{л} = 0,56W_{п} + 157$	0,76	24	6
2	Асканія–Нова	$W_{л} = 0,62W_{п} + 266$	0,85	123	14
3	Бердянськ	$W_{л} = 0,86W_{п} + 36$	0,77	55	6
4	Білопілля (Сум.)	$W_{л} = 0,69W_{п} + 47$	0,76	274	18
5	Долинська	$W_{л} = 0,67W_{п} + 85$	0,83	95	11
6	Жашків	$W_{л} = 0,75W_{п} + 62$	0,93	57	6
7	Затишся	$W_{л} = 0,75W_{п} + 80$	0,75	31	6
8	Ім.Шевченко	$W_{л} = 0,78W_{п} + 61$	0,81	78	9
9	Козача Лопань	$W_{л} = 0,95W_{п} + 12$	0,88	26	3
10	Красноград	$W_{л} = 0,68W_{п} + 11$	0,81	41	4
11	Кривий Ріг	$W_{л} = 0,77W_{п} + 34$	0,92	20	3
12	Могилів-Подільський	$W_{л} = 0,82W_{п} + 18$	0,87	41	5
13	Одеса	$W_{л} = 0,60W_{п} + 117$	0,84	110	17
14	Полтава	$W_{л} = 0,84W_{п} + 7$	0,85	275	19
15	Синельникове	$W_{л} = 1,12W_{п} - 55$	0,77	88	9

Порівняння величини вологозапасів на посівах люцерни і пшениці озимої свідчить про високу ступінь тісноти кореляційного зв'язку на сільськогосподарських масивах, які знаходяться поблизу метеостанцій – Козача Лопань, Синельникове, Жашків. У цих локальних територіях рівень зв'язку підвищився до 0,91-0,93. Слід відзначити, що тіснота зв'язку не залежала від кількості спостережень, які проводилися на кожній метеостанції. Прийнято вважати, коли коефіцієнт кореляції знаходиться в межах від 0,3 до 0,7, то кореляційна залежність між двома ознаками середня, а якщо $r > 0,7$ – сильна. Розрахунками доведено, що у випадку неможливості застосування методу кореляції через недостатність тривалості рядів експериментальних

даних застосовують поправочний коефіцієнт [105], який визначається за такою формулою (3.3):

$$K = \frac{W_{\text{п}}}{W_{\text{л}}}, \quad (3.3)$$

де $W_{\text{п}}$ і $W_{\text{л}}$ – вологозапаси відповідно під пшеницею озимою і люцерною.

Знаючи запаси вологи на полі озимої пшениці, можна через встановлений коефіцієнт ($W_{\text{п}}$), перейти до визначення вологозапасів під посівами люцерни ($W_{\text{л}}$), тобто використати формулу (3.4):

$$W_{\text{л}} = \frac{W_{\text{п}}}{K}. \quad (3.4)$$

У результаті проведених розрахунків (табл. 3.3) визначено перехідні коефіцієнти від вологозапасів під посівами озимої пшениці до вологозапасів під посівами люцерни, які знаходилися в межах від 0,75 до 0,98.

На думку Лучшевої А.А. [118] достатньою для практичних потреб тіснота зв'язку визначається значеннями коефіцієнту кореляції не менше $r = \pm 0,75$. Уланова Є.С. та Забелін В.М. [175] вважають, що величини достатньо пов'язані, якщо $r > 0,6$.

При менших значеннях коефіцієнту кореляції використовувати такі зв'язки для розрахунків не рекомендується. Визначено коефіцієнт кореляції, який знаходиться в межах 0,75–0,93 та 0,75–0,98, а в середньому по досліджуваних територіях складає 0,83. Зв'язки, що забезпечують відхилення менше 25 % (достатньо тісні), і прийняті нами до розрахункових.

Таблиця 3.3

Значення перехідних коефіцієнтів від ґрунтових запасів вологи під посівами озимої пшениці (W_p) до їх запасів під посівами люцерни (W_l) в шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см в степовій та лісостеповій зонах України

№ п/п	Метеостанція	Шар ґрунту, см	Перехідний коефіцієнт	r	n	N
1	Вінниця	0-50	1,16	0,75	10	1
		0-100	1,13	0,98	10	1
2	Гайсин	0-50	1,16	0,75	8	1
		0-100	1,03	0,77	8	1
3	Гуляйполе	0-50	1,03	0,89	22	3
		0-100	1,00	0,86	17	3
4	Знам'янка	0-50	1,01	0,75	12	1
		0-100	1,08	0,76	12	1
5	Комсомольське	0-50	1,85	0,92	10	1
		0-100	1,62	0,88	10	1
6	Красноармійськ	0-50	1,12	0,76	18	2
		0-100	1,12	0,77	18	2
7	Любашівка	0-50	1,20	0,84	6	1
		0-100	1,06	0,76	6	1
8	Помічна	0-50	1,11	0,96	13	1
		0-100	1,10	0,94	13	1

Отже, зв'язки ресурсів ґрунтової вологи у шарах ґрунту 0-50 і 0-100 см є достовірними, що надає можливість (з достатньою для практики точністю) визначати вологозапаси під посівами люцерни протягом всього вегетаційного періоду. Надійність отриманого значення коефіцієнту кореляції (r) залежить від величини його похибки, що допускається при характеристиці тісноти зв'язку в генеральній сукупності за вибірковими значеннями коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення. Одночасно з визначенням r визначається і його ймовірна похибка ε_r , при цьому чим менше похибка, тим надійніше значення коефіцієнта кореляції.

Результати проведених розрахунків представлені в табличній формі (табл. 3.4).

Із аналізу одержаних даних виходить, що кореляційний зв'язок є досить тісним. Стандартна похибка обчислення коефіцієнта кореляції знаходиться відповідно для шару ґрунту 0-50 см в межах 0,009–0,104 (у середньому 0,041), для шару ґрунту 0-100 см – стандартна похибка складає від 0,008 до 0,116 (у середньому 0,043). Максимальні значення стандартної похибки обчислень (0,104–0,116) спостерігаються, в основному, на тих метеостанціях, де подовження статистичних рядів проводили за допомогою перехідного коефіцієнта.

Таблиця 3.4

Показники статистичного аналізу залежностей ґрунтової вологи у шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см під посівами люцерни від ресурсів під озимою пшеницею в умовах степової та лісостепової зон України

№ п/п	Метеостанція	Шар ґрунту, см							
		0–50				0–100			
		n	r	ε_r	σ_r	n	r	ε_r	σ_r
1	Апостолове	34	0,76	0,049	0,072	24	0,76	0,049	0,072
2	Асканія-Нова	125	0,79	0,023	0,034	123	0,85	0,023	0,034
3	Бердянськ	45	0,79	0,038	0,056	55	0,77	0,038	0,056
4	Білопілья (Сум.)	248	0,76	0,018	0,027	274	0,76	0,018	0,027
5	Вінниця	10	0,75	0,093	0,138	10	0,98	0,093	0,138
6	Гайсин	8	0,75	0,104	0,155	8	0,77	0,104	0,155
7	Гуляйполе	23	0,83	0,044	0,065	23	0,72	0,044	0,065
8	Долинська	96	0,90	0,013	0,019	96	0,83	0,013	0,019
9	Жашків	57	0,93	0,012	0,018	57	0,93	0,012	0,018
10	Затишшя	35	0,75	0,050	0,074	31	0,75	0,050	0,074
11	Знам'янка	12	0,75	0,085	0,126	12	0,76	0,085	0,126
12	Ім.Шевченко	79	0,90	0,014	0,021	78	0,81	0,014	0,021
13	Козача Лопань	26	0,91	0,023	0,034	26	0,85	0,023	0,034
14	Комсомольське	10	0,92	0,033	0,049	10	0,88	0,033	0,049
15	Красноармійськ	18	0,76	0,067	0,100	18	0,77	0,067	0,100
16	Красноград	41	0,85	0,029	0,043	41	0,81	0,029	0,043
17	Кривий Ріг	20	0,93	0,020	0,030	20	0,92	0,020	0,030
18	Любашівка	6	0,84	0,081	0,120	6	0,76	0,081	0,120
19	Могилів-Подільський	40	0,86	0,028	0,041	41	0,87	0,028	0,041
20	Одеса	115	0,83	0,020	0,029	110	0,84	0,020	0,029
21	Полтава	288	0,88	0,009	0,013	275	0,85	0,009	0,013
22	Помічна	10	0,78	0,083	0,124	10	0,81	0,083	0,124
23	Синельникове	85	0,92	0,011	0,017	88	0,77	0,011	0,017
	Середнє	–	0,83	0,041	0,061	–	0,82	0,043	0,063

Це склалося за рахунок малої кількості вимірювань, хоча коефіцієнт кореляції на цих гідрометеостанціях в середньому досить високий, а саме відповідає значенню 0,78.

Таблиця 3.5

Статистичні показники точності методики подовження вологозапасів в шарі ґрунту 0-50 см під посівами люцерни в досліджуваних умовах

№ п/п	Метеостанція	Статистичні параметри				
		σ_w , мм	$\sigma_{п}$, мм	$\sigma_{\Delta w}$, мм	$\Delta\sigma_{від}$, %	μ
1	Апостолове	18,3	13,9	11,9	7,8	0,65
2	Асканія–Нова	17,1	14,2	11,5	5,3	0,67
3	Бердянськ	23,9	18,4	15,3	11,2	0,64
4	Білопілля (Сум.)	21,3	15,7	15,0	11,7	0,70
5	Вінниця	31,6	29,1	13,2	12,8	0,42
6	Гайсин	20,3	18,1	8,9	7,1	0,44
7	Гуляйполе	24,2	28,5	11,5	9,4	0,48
8	Долинська	22,3	26,0	17,6	12,3	0,79
9	Жашків	25,7	31,6	11,3	8,8	0,44
10	Затишшя	24,2	22,2	10,0	9,1	0,41
11	Знам'янка	21,7	33,4	17,0	7,6	0,78
12	ім.Шевченко	19,7	17,3	12,7	8,8	0,64
13	Козача Лопань	21,2	17,4	17,0	14,5	0,80
14	Комсомольське	15,7	13,6	8,0	13,4	0,51
15	Красноармійськ	14,1	11,3	7,7	5,9	0,54
16	Красноград	25,8	22,6	12,6	11,7	0,49
17	Кривий Ріг	13,0	18,6	7,8	15,7	0,60
18	Любашівка	26,0	23,7	10,4	8,2	0,40
19	Могилів-Подільський	18,3	13,9	11,9	7,8	0,65
20	Одеса	17,1	14,2	11,5	5,3	0,67
21	Полтава	23,9	18,4	15,3	11,2	0,64
22	Помічна	21,3	15,7	15,0	11,7	0,70
23	Синельникове	31,6	29,1	13,2	12,8	0,42

У результаті проведення порівнянь виміряних з розрахованими вологозапасами можна зробити висновок, що подовжені значення запасів вологи під посівами люцерни відрізняються в середньому: для шару ґрунту 0-100 см на 15%, а в 0-50 см – на 25%. Моделювання дозволило встановити динаміку вологозапасів у розрахункових шарах ґрунту під посівами люцерни

за даними метеостанцій в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Аналіз відхилень дозволяє зробити висновок про те, що вони відповідають похибкам інструментальних вимірювань запасів ґрунтової вологи на мережі метеорологічних станцій Комітету з питань гідрометеорології, що проводяться на території України.

Таблиця 3.6

Статистичні показники точності методики визначення вологозапасів в шарі ґрунту 0-100 см під посівами люцерни в умовах дослідження

№ п/п	Метеостанція	Статистичні параметри				
		σ_w , мм	$\sigma_{п}$, мм	$\sigma_{\Delta w}$, мм	$\Delta\sigma_{від}$, %	μ
1	Апостолове	26,1	19,8	16,6	5,5	0,64
2	Асканія–Нова	31,7	26,8	16,7	3,9	0,53
3	Бердянськ	40,2	30,5	25,9	9,9	0,64
4	Білопілля (Сум.)	39,7	30,3	17,0	7,1	0,43
5	Вінниця	32,8	51,3	20,9	6,8	0,64
6	Гайсин	49,8	47,0	32,9	15,3	0,66
7	Гуляйполе	48,4	50,2	25,7	9,6	0,53
8	Долинська	35,8	29,7	20,1	8,0	0,56
9	Жашків	42,0	51,7	20,9	8,9	0,50
10	Затишшя	43,9	43,8	32,0	10,7	0,73
11	Знам'янка	47,7	64,0	22,9	8,3	0,48
12	ім.Шевченко	42,0	33,4	23,5	9,9	0,56
13	Козача Лопань	42,8	42,0	21,1	15,2	0,49
14	Комсомольське	38,3	38,4	18,6	8,3	0,49
15	Красноармійськ	30,7	21,9	20,1	6,9	0,66
16	Красноград	35,3	28,6	21,0	13,7	0,62
17	Кривий Ріг	27,0	23,6	13,2	11,2	0,49
18	Любашівка	22,6	23,1	15,9	5,9	0,71
19	Могилів-Подільський	51,3	41,2	30,4	11,6	0,59
20	Одеса	40,7	32,0	24,9	9,5	0,61
21	Полтава	46,0	38,3	25,5	13,6	0,55
22	Помічна	23,2	32,3	12,4	12,8	0,54
23	Синельникове	71,4	52,2	29,8	12,4	0,42

Аналіз даних, що наведені у таблицях 3.5, 3.6 показав, що середні квадратичні відхилення розрахованих вологозапасів від виміряних у шарі

грунту 0-50 см під посівами люцерни складають 5–15 % (при середньому його значенні 10 %), а для шару 0-100 см – 3,9–15,3 % (10 %).

Такі відхилення співставні з похибками інструментальних вимірювань вологозапасів на станціях Українського гідрометеорологічного центру МНС України та мають достатню для практичного застосування точність.

Прийнято вважати, що розрахункові моделі не дають істотних помилок при значеннях критерію якості методики (μ) менше 0,8. Статистичні дані свідчать про те, що максимальне значення μ не перевищує 0,8, а тому використану нами методику подовження рядів спостережень вологозапасів під посівами люцерни можна вважати цілком надійною.

Використовуючи отримані кореляційні залежності, а також дані про вологозапаси під посівами озимої пшениці можна визначати ресурси ґрунтової вологи під посівами люцерни та провести розрахунок її режиму зрошення. Також такі кореляційні рівняння можна використовувати для моделювання рівнів вологозапасів під люцерною на зрошуваних землях степової і лісостепової зон України.

Висновки до розділу 3

1. Для подовження статистичних рядів інструментально виміряних вологозапасів під посівами люцерни необхідно використовувати двома методами: для середнього періоду спостережень ($n \geq 20$ вимірювань) за допомогою кореляційних зв'язків, а для дуже короткого ряду ($n < 20$ вимірювань) – шляхом перехідного коефіцієнту, тобто наближеним способом.

2. За результатами метеорологічних даних метеостанцій степової та лісостепової зон України, визначили, що кореляційний зв'язок проявляється не в однаковій мірі на території досліджень, що залежить від типу ґрунту та інших факторів. Найбільш тісні зв'язки спостерігаються для чорноземних ґрунтів, де коефіцієнти кореляції перевищують 0,75, а подекуди сягають більше 0,90. Дещо нижчі величини (від 0,75 до 0,80) на сірих і темно-сірих

лісових ґрунтах. У результаті проведених розрахунків визначили, що на всіх метеостанціях досліджуваної території для посівів люцерни характерний сильний зв'язок вологозапасів в шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см під посівами люцерни та озимої пшениці.

3. Зв'язок запасів ґрунтової вологи під посівами люцерни від вологозапасів під посівами озимої пшениці в шарах ґрунту 0-50 і 0-100 см є достовірним, що надає змогу, з достатньою для практичних задач точністю, визначати вологозапаси під посівами люцерни у різних шарах ґрунту. При цьому кореляційний зв'язок є досить тісним, а стандартна похибка становить: відповідно для шару ґрунту 0-50 см – 0,009-0,104 (у середньому 0,041), для шару ґрунту 0-100 см – 0,008-0,116 (у середньому 0,043). Максимальні значення стандартної похибки обчислень відзначено на метеостанціях, де подовження статистичних рядів проводили за допомогою перехідного коефіцієнта.

4. У результаті проведення порівнянь виміряних з розрахованими вологозапасами можна зробити висновок, що подовжені значення запасів вологи під посівами люцерни відрізняються в середньому: для шару ґрунту 0-100 см на 15%, а в 0-50 см – на 25%. Аналіз відхилень дає підставу до висновку, що вони відповідають похибкам інструментальних вимірювань запасів ґрунтової вологи на мережі метеорологічних Українського гідрометеорологічного центру МНС України, що проводяться на території України.

5. Аналіз одержаних даних свідчить про те, що середні квадратичні відхилення розрахованих вологозапасів від виміряних у шарі ґрунту 0-50 см під посівами люцерни складають 5-15%, а для шару 0-100 см – 3,9-15,3%. Такі відхилення співставні з похибками інструментальних вимірювань вологозапасів на станціях Українського гідрометеорологічного центру МНС України та мають достатню для практичного застосування точність.

6. Статистичні дані свідчать про те, що максимальне значення критерію якості методики μ не перевищує 0,8. Використовуючи отримані кореляційні

залежності, а також дані про вологозапаси під посівами озимої пшениці можна визначати ресурси ґрунтової вологи під посівами люцерни та провести розрахунок її режиму зрошення. Такі кореляційні рівняння можна використовувати для моделювання рівнів вологозапасів під посівами люцерни на зрошуваних землях степової і лісостепової зон України. Тому розроблену нами методику подовження рядів спостережень вологозапасів під посівами люцерни можна вважати цілком надійною.

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ, МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ТА ЕКОЛОГО- МЕЛІОРАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ

У наш час тваринництво в Україні знаходиться в занепаді через те, що без потужної кормової бази економічно вигідно вирощувати тварин неможливо. Основним фактором, що стримує продуктивність тварин (в колективних та і у фермерських господарствах) є дефіцит кормового білка. Зелена маса люцерни – найцінніший корм для всіх видів худоби; кормова цінність поєднується з її високою продуктивністю. Вона швидко відростає (3–4 укоси протягом вегетаційного періоду) і може давати впродовж всього літа поживний корм [32].

Територія досліджень знаходиться в умовах, де природного зволоження ґрунту недостатньо для отримання високих, стійких і якісних врожаїв сільськогосподарських культур. У таких випадках необхідно застосовувати штучне зволоження ґрунту сільськогосподарських полів, тобто зрошення. Останнє забезпечує найбільш сприятливі умови для росту рослин: водний, повітряний, тепловий, сольовий та мікробіологічний режими ґрунту.

Прояви негативного впливу зрошення на природне середовище, попередження його прояву диктують необхідність розробки та реалізації екологічно обґрунтованого підходу до проектних та експлуатаційних поливних режимів. Вирішення цього питання повинно бути обґрунтовано як на основі екологічних критеріїв, так і на аналізі даних експериментальних досліджень.

Необхідність народного господарства у зрошенні визначається комплексом соціальних, економічних та природних факторів. У числі останніх першочергову роль відіграють умови природної вологозабезпеченості. Звичайно, для характеристики забезпеченості території вологою використовують дані про атмосферні опади. Проте відомо, що кількість вологи

в ґрунті визначається не тільки кількістю атмосферних опадів, а й тим, як вони витрачаються на зволоження сільськогосподарських полів та на стік і випаровування.

Люцерна є досить посухостійкою культурою, але для інтенсивного росту потребує багато вологи, яку витрачає дуже економно. Вона не витримує затоплень і допустимий рівень залягання ґрунтових вод для неї не повинен перевищувати 150 см [56].

Проте, зважаючи на рекомендації стосовно поливного режиму, це не може бути досягнутим через проведення поливів завищеними поливними (і зрошувальними) нормами. Саме таке зволоження не можна називати режимом зрошення. В результаті створюється не зволожувальний, а зволожувально-промивний режим зрошення посівів люцерни, який підтверджується завищеними поливними і зрошувальними нормами, що сьогодні рекомендуються в літературних джерелах і довідниках.

Для призначення поливів в конкретні роки поряд зі способами, що розроблені в гідромеліоративній практиці, доцільно застосовувати методи розрахунку режимів зрошення, які враховують природне зволоження ґрунту в конкретний рік і направлені на збереження ресурсів. При їх використанні повинні застосовуватись такі поливні норми, які забезпечують зволоження найбільш активного за вологообміном шару ґрунту; запобігають гравітаційним втратам поливної води за його межі; враховують фізичні властивості ґрунту та рівні залягання ґрунтових вод.

Подача зрошувальної води повинна бути обмежена, оскільки при деяких умовах збільшення її кількості понад норми, що відповідають природним умовам, шкідливо і не підвищує врожаї, а призводить до марних витрат води і може викликати небажаний підйом рівня ґрунтових вод (РГВ).

Якщо зрошення проводиться суворо нормовано та не викликає підйому РГВ, то за рахунок поливів відбувається опріснення ґрунтового профілю та вимивання солей в нижче розташовані горизонти або у ґрунтові води. Надлишкове зрошення також може привести до небажаних явищ.

4.1. Агрогідрометеорологічний метод розрахунку щодобових ресурсів ґрунтової вологи під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах

У різних культур потреба в атмосферних опадах в різні періоди їх розвитку неоднакова. В умовах зрошувального землеробства особливо актуальним є необхідність в даних про вологозапаси в ґрунті там, де є можливість активно реагувати на зміну вологості кореневмісного шару ґрунту. Існує як мінімум 2 аспекти використання даних про ґрунтові вологозапаси при проектуванні та експлуатації зрошувальних систем. По-перше, це розрахунок зрошувальної норми, що відображає співвідношення багатьох гідрометеорологічних параметрів. По-друге, оперативне управління режимом поливу, метою якого є підтримання вологості ґрунту в оптимальних межах з урахуванням погодних умов та потреб сільськогосподарських культур у волозі у різні фази вегетації. Обидва ці напрямки повинні забезпечити задовільний меліоративний стан земель, високі та стабільні і якісні врожаї сільськогосподарських культур.

При виборі того чи іншого методу розрахунку вологозапасів, очевидно, слід мати на увазі об'єм та доступність метеоспостережень, необхідних для реалізації вибраного методу, можливість розрахунку вологозапасів як на окремих полях, так і на їх масивах.

Для кращої точності та простоти визначення запасів вологи в ґрунті найбільш прийнятними методами розрахунку ґрунтових вологозапасів, очевидно, слід вважати ті, в основу яких покладено показники попередніх погодних умов та індекси зволоженості, які можна легко розраховувати за стандартною метеорологічною інформацією.

Слід мати на увазі, що для ведення таких розрахунків потрібна інформація про запаси ґрунтової вологи на кожен день. Інструментально виміряна вологість ґрунту, яку звичайно отримують на гідрометеорологічних станціях Українського гідрометеорологічного центру МНС України,

непридатна для такого обчислення. В такому випадку, не можуть бути використаними і розрахункові методи, що передбачають визначення індексів зволоження, перейти від яких до абсолютних значень вологозапасів поки що неможливо.

Здавалося б, чим вище врожай люцерни, який нам необхідно отримати на зрошенні із застосуванням деякого методу зрошення, тим краще даний метод. Проте давно і добре відомо, що отримання високих урожаїв на зрошенні пов'язано з негативними процесами – зниженням запасів гумусу в ґрунті та його родючості. Це процеси є тривалими, а в деяких випадках навіть незворотними. Тому кожен раз при призначенні зрошувальних норм отримуємо такий ефект, який ні з чим не можна співставити і обумовлений негативними наслідками зрошення.

Процес зменшення гумусу в основному пов'язаний з режимом температури та вологості ґрунту та викликаний, з одного боку, активацією мікробіологічної трансформації гумінових речовин при підвищенні як температури, так і вологоутримання, а з іншого – вимиванням за межі розрахункового шару легкорозчинних гумінових фракцій при інфільтрації надлишку гравітаційної вологи. Крім цього проходить вимивання і інших компонентів таких як іони кальцію, від яких залежать водно-фізичні властивості ґрунту та його структура.

Отже, зі збільшенням вологості ґрунту в нижченаведених межах спостерігається зростання урожайності. При підтриманні вологості ґрунту в межах (0,6-0,8 НВ) водний режим є екологічно безпечним, що не допускає значних втрат гумусу [82].

В умовах економічної кризи, екологічних непередбачених умов та дефіциту ресурсів виникає необхідність розробки режимів зрошення люцерни на нових методичних засадах, орієнтованих на отримання високого врожаю та збереження родючості ґрунту при мінімальних витратах води.

Найбільш відповідальною справою в організації зрошення люцерни є визначення строків поливів, які проводять, як правило, для років 75% та 95%

забезпеченості вологою, тобто для типових за природним зволоженням років: середньосухих та сухих. Протягом поливного сезону спостерігається значна мінливість погодних умов, що зумовлює велику різницю в запасах ґрунтової вологи і споживання її рослинами. Це створює необхідність залежно від погодних умов постійного корегування режиму зрошення культури.

У практиці зрошувального землеробства застосовують різні методи розрахунку режимів зрошення, що відрізняються трудомісткістю, затратами часу і коштів для отримання необхідних результатів. Навіть застосування недосконалого методу забезпечує більш точне встановлення строків поливів, ніж безсистемне зрошення на підставі суб'єктивних рішень [69].

У наш час існує декілька методів розрахунку режимів зрошення, як в конкретні роки, так і в роки різної вологозабезпеченості: це біофізичний метод Штойко Д.А. та методи Костякова О.М.; Остапчика В.П.; Константинова С.Н. і біокліматичний Алпатьєвих А.М. та С.М. При розрахунках режимів зрошення люцерни за цими методами величина зрошувальної норми складає 500-600 мм [129].

Саме тому для розрахунку режиму зрошення люцерни нами була використана розроблена проф. Литовченко О.Ф. методика [106]. За детальним кореляційним аналізом виміряних вологозапасів на полях під різними сільськогосподарськими культурами на 84 ГМС в степовій та лісостеповій зонах України разом з метеорологічною інформацією встановлено, що на формування ґрунтових вологозапасів основний вплив чинять атмосферні опади, температура та дефіцит вологості повітря [110].

Статистична обробка та аналіз більш ніж 180 тисяч агрометеорологічних спостережень (вимірювань) на гідрометеорологічних станціях, проведений за 22-річний репрезентативний період (1966-1987 рр.) [108], допоміг виявити стійкі емпіричні залежності ґрунтових вологозапасів у шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см від попередніх погодних умов, що характеризуються високими (завжди більше 0,80) значеннями кореляційного співвідношення.

Очевидно, ближчі за часом до розрахункової дати опади будуть мати

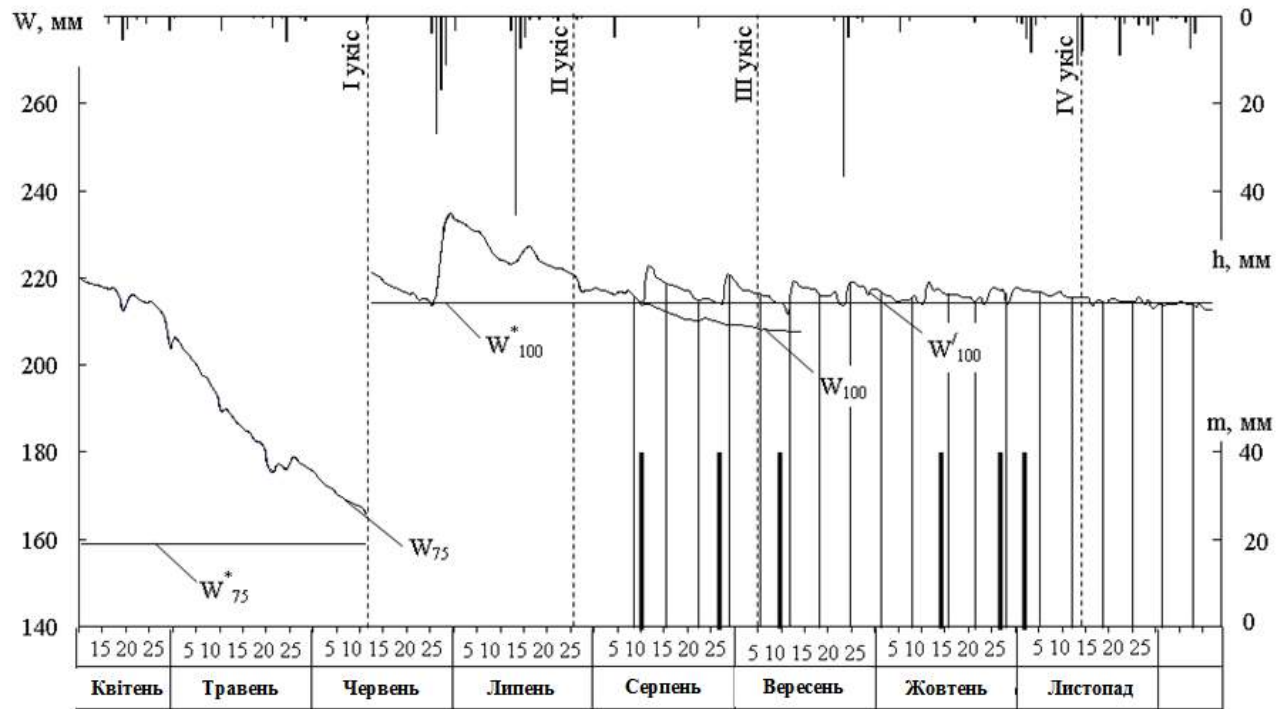
більший вплив на формування запасів ґрунтової вологи. Тому в запропонованій методиці використовується сума опадів з урахуванням часової ваги їх випадіння по відношенню до розрахункової дати.

У результаті проведення аналізу просторової мінливості сум добових значень зважених за часом атмосферних опадів Рудаков Л.М. визначив, що межею просторового поширення значень вологозапасів є радіус до 20 км (з похибкою в середньому не більше 5-6%), що відповідає площі приблизно 500км². У зв'язку з вищевикладеним, відхилення розрахованих вологозапасів від вимірних буровим методом обумовлені, в основному, різницею між вологозапасами в «точці» (на вимірному майданчику типового поля) і на полі або масиві полів в цілому.

Розроблений проф. Литовченком О.Ф. [112] агрогідрометеорологічний (АГМ) метод розрахунку водозберігаючих режимів зрошення ґрунтується на використанні добових значень ґрунтової вологи на полях під основними сільськогосподарськими культурами.

АГМ розрахунку кількості, строків поливних норм нетто для конкретного розрахункового року полягає у визначенні за графіком (фрагментарним гідрографом) добових значень вологозапасів в різних розрахункових шарах ґрунту. Аналіз такого комплексного хронологічного графіка дає можливість назначати межі оптимальної вологості ґрунту з урахуванням властивостей ґрунту, виду рослин і фаз їх розвитку, а також метеорологічних умов.

АГМ метод є графоаналітичним методом розрахунку режимів зрошення і полягає у побудові фрагментарного гідрографа (рис. 4.1) вологозапасів в розрахунковому шарі ґрунту під посівами люцерни, при цьому нижня межа оптимального зволоження ґрунту призначається за літературними даними з урахуванням властивостей ґрунту, виду рослин і фаз їх розвитку, а також погодних умов та проведення укосів.



Примітки: $n=6$. $m=40$ мм. $M=240$ мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів; W^* – оптимальне зволоження, мм.

Рис. 4.1. Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Бердянськ, 1969 р., $P=75\%$)

За гідрографом ресурсів ґрунтових вологозапасів можна визначати їх нестачу з урахуванням фенологічних фаз їх розвитку.

Для призначення поливів враховували наставання критичних періодів, при цьому проводимо їх зміщення (в ту чи іншу сторону) залежно від кліматичних та погодних умов.

Маючи фактичні ґрунтові вологозапаси (W), за ними визначають нестачу вологи в розрахунковому шарі ґрунту, яка буде відповідати поливній нормі. Для цього: у точці перетину лінії наявних вологозапасів з нижньою межею зволоження ґрунту (W^*) необхідно призначати полив з похибкою до одного дня за графіком (фрагментарним гідрографом) добових значень вологозапасів для різних розрахункових шарів ґрунту. Аналіз такого комплексного хронологічного графіка дає можливість назначати межі оптимальної вологості ґрунту.

Відомо, що люцерна в різні фази свого розвитку по-різному реагує на зволоженість ґрунту. При зниженні вологості розрахункового шару ґрунту до передполивного порогу водопостачання рослин, інтенсивність їх росту й накопичення біомаси погіршується, що призводить до зменшення врожайності.

При розрахунках режиму зрошення за агрогідрометеорологічним методом для побудови фрагментарного гідрографа вологозапасів в розрахунковому (метровому) шарі ґрунту під посівами досліджуваної культури нижнє значення межі оптимального зволоження ґрунту призначається за літературними даними з урахуванням властивостей ґрунту, виду рослин і фаз їх розвитку, а також погодних умов та проведення укосів. За гідрографом ґрунтових вологозапасів можна визначати їх нестачу з урахуванням фенологічних фаз розвитку культури.

Розрахунок режиму зрошення люцерни за графоаналітичним (АГМ) методом проводять диференційованими поливними нормами, величиною 30–50 мм.

У деяких іноземних державах, в районах з обмеженими водними ресурсами головною метою при розробці режиму зрошення вважається не отримання максимального врожаю при більшій кількості поливів, а досягнення найбільшої віддачі на 1 м³ використаної води, що досягається скороченням кількості поливів. Урожай при цьому може складати лише 85–95% від максимального.

4.2. Оцінка репрезентативності часових рядів для визначення характерних років за природним зволоженням

Волога в ґрунті відіграє важливу роль у багатьох процесах, що протікають в ній. Проте не завжди ряд спостережень за вологозапасами є достатнім. Тому при наявності даних необхідно визначити вибірку, яка б характеризувала загальну сукупність. Таку вибірку прийнято вважати

репрезентативною.

У сучасних дослідженнях питанню репрезентативності періоду спостережень за вологозапасами належної уваги приділяється недостатньо. Адже від вибраного часового ряду залежить достовірність отриманих результатів, а також вірність прийнятих технологічних рішень щодо вирощування люцерни з огляду на їх адаптацію до типових природних умов певних агроландшафтів. Під типовими природними умовами ми маємо на увазі хід метеорологічних елементів, що характеризує природне зволоження ґрунтів під посівами люцерни. В якості типових умов зволоження нами прийняті: дуже вологі роки із природною забезпеченістю $P=5\%$; вологі умови – $P=25\%$; середні – $P=50\%$; сухі – $P=75\%$; посушливі – $P=95\%$ згідно методики [146]. Враховуючи вищевикладене це питання є актуальним.

Сьогодні як у світі, так і в Україні майже не існує чітких рекомендацій щодо вибору та оцінки репрезентативності періоду спостережень за запасами ґрунтової вологи. Так, лише у 2001 році Литовченком О.Ф. зі співавторами [108] проведено вибір репрезентативного періоду спостережень для визначення норми вологозапасів під посівами сільськогосподарських культур.

Однією із основних характеристик запасів вологи у ґрунті є середня багаторічна величина або його норма. Нормою прийнято вважати середнє значення за багаторічний період, що включає кілька (не менше двох) парних замкнутих циклів коливань вологості. При цьому беруть до уваги лише основні тривалі цикли. Цикли невеликої тривалості (2-4 роки), які звичайно накладаються на основні цикли, і неповні цикли, які мають тільки вологу або тільки посушливу фазу, не враховують. Наявність циклів пов'язане з аритмічними коливаннями метеорологічних елементів і температури повітря, обумовлених у свою чергу коливаннями енергії сонячної радіації й атмосферної циркуляції [4-8].

Дослідження коливань ґрунтових вологозапасів протягом багаторічного періоду за хронологічними графіками зміни запасів вологи не дають чіткого уявлення про їх циклічність. З нашої точки зору це пояснюється накладками

малих циклів на багаторічній. Цей недолік можна усунути, якщо для аналізу використовувати середні ковзні величини, що слугують ніби «фільтром» і згладжують вплив різких коливань в окремі роки. Циклічність коливань доцільно досліджувати за інтегральними (сумарними або різницевими) кривими відхилень річних величин вологозапасів від середнього їх значення за весь період спостережень. За цими кривими зручно визначати репрезентативність розрахункового періоду за довгим рядом спостережень. У своїй роботі ми провели дослідження за даними АМС Синельниково за 68 років спостережень.

Інтегральні криві відхилень річних величин вологості ґрунту від середнього значення будують переважно у відносних величинах – у модульних коефіцієнтах. Для побудови такої кривої послідовно сумують щорічні відхилення модульних коефіцієнтів хронологічного ряду вологості ґрунту від середнього багаторічного значення, що приймають за одиницю. Модульний

коефіцієнт обчислюють за формулою
$$\left[\sum_{i=1}^n (K_i - 1) \right] / C_v$$
. Більш детальний опис розрахунку норми вологозапасів, середньоквадратичного відхилення представлено в [106].

Статистична обробка та аналіз більш ніж 180 тисяч агрометеорологічних спостережень (вимірювань) під посівами основних сільськогосподарських культур на гідрометеорологічних станціях виявили 22-річний репрезентативний період з 1966 по 1987 рр. [106]. Для того, щоб підтвердити або спростувати вибір репрезентативного періоду стосовно вологозапасів під посівами люцерни проведено розрахунок модульних коефіцієнтів за 68-річний період з 1948 по 2015 роки. За результатами чого побудовано сумарну інтегральну криву відхилень від середини модульних коефіцієнтів середніх за вегетаційний період вологозапасів під посівами люцерни за даними АМС Синельниково (рис. 4.1).

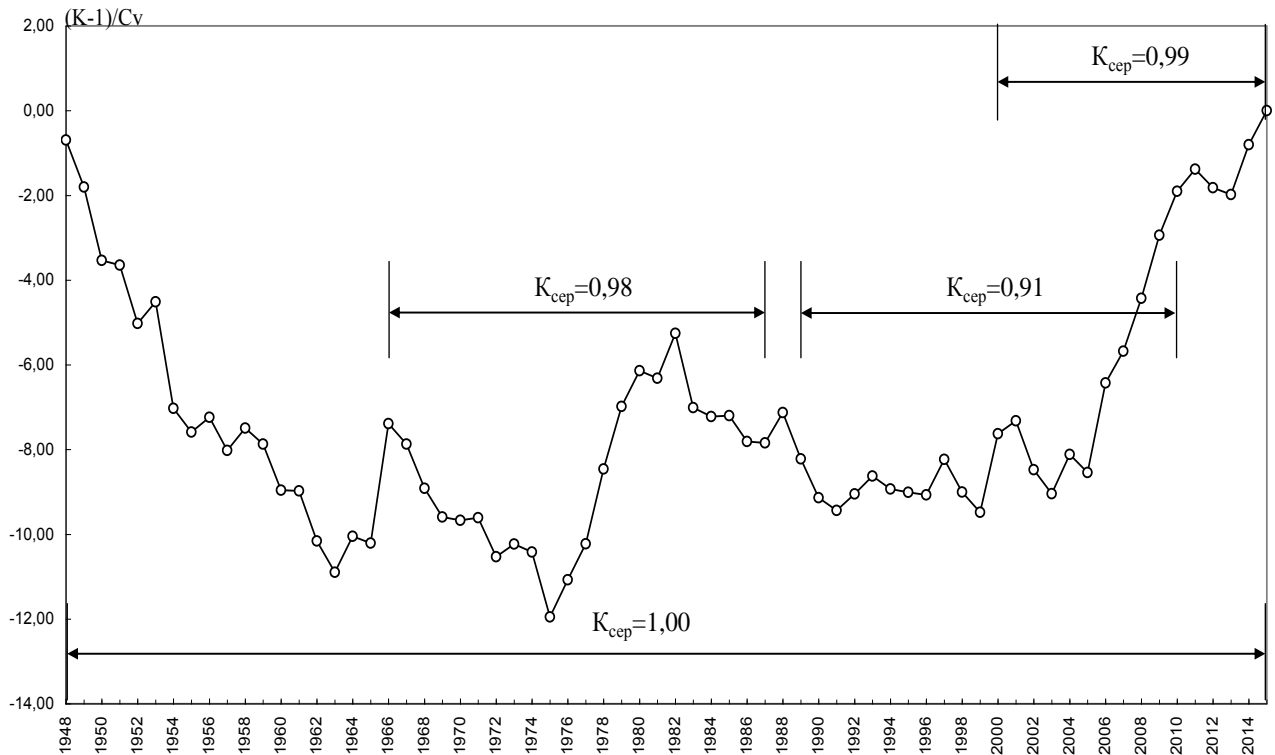


Рис. 4.1. Сумарна інтегральна крива відхилень від середини модульних коефіцієнтів середніх за вегетаційний період вологозапасів під посівами люцерни за даними АМС Синельникове (середнє за 1948-2015 рр.)

Оцінюючи динаміку отриманого ряду відносно циклів зміни модульних коефіцієнтів за період з 1948 по 2015 рр., слід відмітити, що протягом 68 років, на зазначеній агрометеорологічній станції спостерігалось кілька закінчених циклів зміни середньовеgetаційних запасів вологи в метровому шарі ґрунту під посівами люцерни. Так, з 1948 р. по 1975 р. та з 1982 р. по 1991 р. різницєва інтегральна крива була похилена вниз, що відповідає циклу посушливих років, а протягом періодів з 1975 по 1982 рр. і з 1991 по 2015 рр. – спрямована вверх, тобто відповідає циклу вологих років. Детальний аналіз сумарної інтегральної кривої показує, що за 68-річний період можна виділити три повних цикли зміни середньовеgetаційних запасів вологи в метровому шарі ґрунту під посівами люцерни. При цьому до уваги ми брали лише основні тривалі цикли.

До неповних циклів можна віднести період 2000-2015 рр. На графіку добре видно, що протягом вищевказаного періоду часу різницєва інтегральна крива спрямована вверх, тобто спостерігається збільшення вологості ґрунту. І

навіть зниження кривої у 2002-2003 рр., 2012-2013 рр. не змінює фазу водності, адже вони накладаються на основний цикл. Це може свідчити, що наразі багатоводний цикл ще не завершився.

Період спостережень 1966-1987 рр. включає замкнуті цикли коливання вологості, коли багаторічні значення середньовегетаційних вологозапасів під люцерною не суттєво відрізняються від середніх за 68 років. Осереднене значення модульного коефіцієнту за цей період близьке до одиниці і складає 0,98, тобто цей період є репрезентативним.

Підтвердити репрезентативність будь-якого періоду можна при порівнянні його з періодом 1966-1987 рр. Якщо спостерігатиметься тісний зв'язок, то період можна буде вважати репрезентативним. Порівняємо період 1989 – 2010 рр. з репрезентативним. Для оцінки тісноти зв'язку користуємось коефіцієнтами рангової кореляції Спірмена і Кендала.

У результаті проведення обчислень ми отримали коефіцієнт рангової кореляції Спірмена рівним $-0,33$. При перевірці нульової гіпотези про рівність нулю генерального коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (ρ_b) при конкуруючій гіпотезі $H_1 : \rho_b \neq 0$ на рівні значущості $\alpha = 0,05$, критична точка склала 0,44.

Враховуючи, що $|-0,33| < 0,44$ – немає підстав відхилити нульову гіпотезу про рівність нулю генерального коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Тобто, ранговий кореляційний зв'язок між двома періодами спостережень не значущий.

Оцінка тісноти зв'язку за коефіцієнтом Кендала схожа з оцінкою за Спірменом і також полягає в розрахунку коефіцієнту рангової кореляції. У нашому випадку він склав $-0,19$, а критична точка $-0,29$. Це означає, що ранговий кореляційний зв'язок між періодами є не значущий.

У результаті проведених розрахунків наша гіпотеза не підтвердилась. Іншими словами можна сказати, що прийнята вибірка з генеральної сукупності за 22-річний період з 1966 по 1987 рр. є репрезентативною, а період 1989-2010

рр. – не репрезентативним.

Отже, в результаті проведених досліджень отримали, що для оцінки типу природного зволоження посівів люцерни у Північному Степу України слід приймати часовий ряд 1966-1987 рр. Оцінка типу природного зволоження посівів за рядом з 1989 по 2010 рр. не дасть можливості визначати типову зволоженість території за характерними роками. А 22-х річний період (1966-1987 рр.), з певним ступенем достовірності, можна прийняти за репрезентативний.

4.3. Розрахунок режиму зрошення фуражної та насіннєвої люцерни

Ефективність зрошення повинна визначатись не тільки найбільшими зборами сільськогосподарської продукції з политої площі, але і максимумом продукції, яку отримуємо на кожен витрачений 1 м³ поливної води.

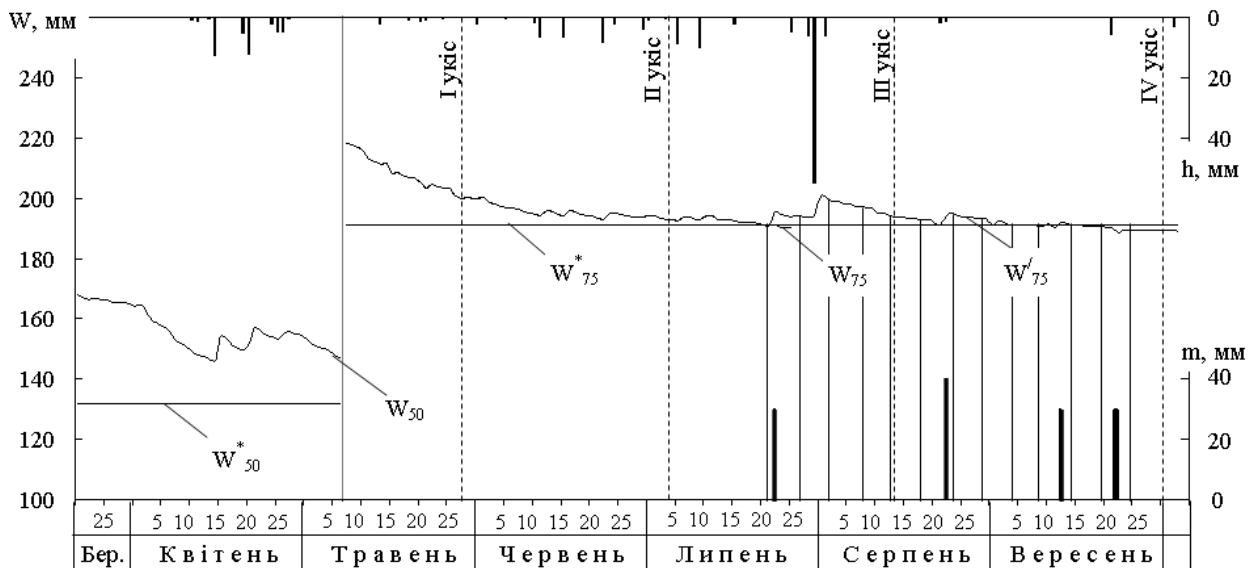
Добре відомо, що максимальний врожай кормової маси люцерни отримують коли вона знаходиться в фазі цвітіння, а більш високу якість – в фазі бутонізації. Відмінність у вирощуванні люцерни на сіно або силос полягає лише в технології заготівлі кормів. Сінаж з люцерни за кормовою та біологічною цінністю наближається до зеленого корму. Для отримання високоякісного сінажу люцерну скошують у фазі цвітіння, а для заготівлі вітамінно-трав'яної муки та гранул – на початку бутонізації.

Під розрахунковим шаром ґрунту розуміють верхній шар ґрунту, в якому вологість підтримується в заданих межах (70-80%), відносно найменшої вологоємності (НВ). Величина розрахункового (кореневмісного) шару ґрунту змінюється залежно від року посіву люцерни і складає: для першого року вегетації 50-75 см, другого року вегетації – 75-100 см [152]. Для кожного з цих шарів встановлюється «свій» нижній поріг оптимальної вологості ґрунту, залежно від його гранулометричного (механічного) складу ґрунту.

Для нормального росту й розвитку люцерна потребує високих

температур повітря. Від початку відростання до початку цвітіння залежно від метеорологічних умов року, сорту та місця вирощування, сума активних температур повітря повинна складати 530-800°C. Для формування повноцінного укосу у перший рік вегетації необхідна сума ефективних температур приблизно 1200–1300 °С. На другий та наступні роки вегетації для формування чергового укосу посіви люцерни потребують у середньому суму температур приблизно 800–900 °С [75].

В якості основного критерію для встановлення поливів звичайно приймають нижню межу оптимальної вологості ґрунту (рис. 4.2).



Примітки: P=75%. n=4. m=30(3) – 40(1) мм. M=160 мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів; W* – оптимальне зволоження, мм.

Рис. 4.2. Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологості і режим зволоження посівів люцерни (перший рік вегетації) за АГМ методом (ГМС Апостолове, 1986 р.)

З ростом рівня водозабезпечення урожайність люцерни спочатку інтенсивно зростає, а потім темпи приросту знижуються, при підтриманні передполивної вологості ґрунту на рівні 80% НВ і далі повільно зменшується. Це пов'язано з тим, що зростання врожайності у результаті підвищення водозабезпечення має свою межу, за якою подальше збільшення вологості ґрунту супроводжується погіршенням умов розвитку культури і, як наслідок,

зниженням ефективності використання водних ресурсів.

При цьому особливо важливо врахувати чутливість люцерни до зменшення рівня передполивної вологості ґрунту в різні фази її розвитку. Графічне відображення вологозапасів дозволяє розробити водозберігаючі режими зрошення люцерни за АГМ для зрошуваних масивів, які розташовані поблизу від метеорологічних станцій. Вегетаційний період в даному випадку поділений на 2 періоди залежно від фаз розвитку рослин. Строки поливів призначаються залежно від вологості ґрунту. Сутність запропонованого методу для конкретного реального року полягає у визначенні за гідрографом щоденних вологозапасів дефіцити вологи між необхідними (W^*) і наявними вологозапасами (W) в конкретному шарі ґрунту. В нашому випадку природні вологозапаси зменшуються до оптимальних значень наприкінці липня (23.07), тому в цей день необхідно проводити перший полив. У результаті чого утворюється крива вологозапасів з урахуванням поливів. Результати проведених розрахунків представлено в додатках Д.1-Д.6.

Насіннева продуктивність люцерни зазнає значних коливань по роках. Причиною цього є мінливість погодних умов, значні втрати при збиранні, а також будова квітки. Справа в тому, що її товкач розташований на спеціальній колонці, яка розташовується у нижній пелюстці. Як тільки традиційні запилювачі (медоносні бджоли або джмелі) розкривають квітку, то відбувається потужне клацання. Саме тому опилується лише частина посівів.

Залишені на насіння посіви люцерни, як правило, вирощують при меншій вологості ґрунту, ніж фуражні. Відновлення площ посівів люцерни та подальше її розширення стримується недостатньою забезпеченістю насінням. Збільшення виробництва насіння можливе, в основному, за рахунок розширення площ насінневих посівів.

Для отримання високих урожаїв насіння люцерни на різних типах ґрунтів зрошення має велике значення. Надмірне зволоження викликає переростання, а в період плодоутворення може привести до стеблуння пагонів. Посилений розвиток вегетативних органів викликає затінення і

полягання рослин, нормальний хід плодоутворення порушується, і урожай насіння різко знижується. Зниження рівня передполивної вологості ґрунту до 45-50% НВ призводить до значного опадання генеративних органів і зменшення урожаю насіння культури в цілому. Для недопущення цих негативних наслідків у різних ґрунтово-кліматичних зонах вологість ґрунту під посівами люцерни підтримують на різних рівнях: оптимальне її значення підтримується до бутонізації на рівні 70-75% НВ, а в період цвітіння та досягання бобів – 60-65% НВ. При нестачі вологи зав'язі опадають, що істотно знижує урожай насіння [93].

Одним із шляхів більш економної витрати поливної води – є застосування диференційованого за фазами розвитку люцерни режиму зрошення, який дозволяє в окремі періоди знижувати передполивну вологість ґрунту до 60- 65% НВ без суттєвого зниження врожаю. Звичайно таку вологість ґрунту підтримують на початку та наприкінці вегетаційного періоду. Для того, щоб не допустити опадання та полягання насінневих посівів небажано розміщувати їх на дуже родючих полях, а краще розташовувати на середніх за родючістю ґрунтах із вмістом гумусу не більше 3%, але забезпечених фосфором, калієм, кальцієм, бором та молібденом. Це зменшить небезпеку переростання у вологі роки.

Біологічною особливістю люцерни є будова кореневої системи, що відіграє важливу роль у системі її живлення. Як показують чисельні дослідження [82, 119, 153, 189, 193 та ін.], на ріст корневих систем впливають багато факторів: вид і вік рослини, щільність ґрунту, зрошення, добрива, площа живлення, клімат та ін. У процесі свого розвитку люцерна формує кореневу систему у шарі ґрунту 3-5 м, але використання поживних речовин з глибоких, малозабезпечених елементами мінерального живлення шарів ґрунту є занадто слабким [40].

У період цвітіння та бобоутворення для нормального утворення насіння і зниження ростових процесів вологозабезпеченість травостою повинна бути помірною (не більше 60% НВ).

У цій роботі плануємо збирати врожай з другого укосу тому, що з нього отримують більш високий врожай насіння, адже травостій другого укосу розвивається у відносно більш теплий час і в умовах довшого дня має помірний ріст та швидший розвиток, скошують його лише один раз, і він ще не дуже виснажений. Цвітіння і налив зерна з цього укосу проходять в основному в липні, коли достатньо сонячного світла, опади випадають рідко, а посуха не сильно виражена.

Дати наставання фенологічних фаз розвитку люцерни нами встановлювались за сумами активних температур повітря, а саме: для першого укосу необхідна сума ефективних температур близько 1200-1300°C, при середній температурі вище 14°C. Для формування чергового укосу люцерна потребує, в середньому, 800-900°C [152]. Кінець періоду вегетації і час збирання насіння люцерни визначаємо за сумою ефективних температур, що складає 2100°C.

Зони зрошення на Україні характеризуються різними ґрунтово-кліматичними умовами і тому впровадження правильних режимів зрошення люцерни на насіння повинно базуватися на постійному контролі за станом вологості ґрунту. Для розрахунку режиму зрошення насінневої люцерни з урахуванням кліматичних умов може бути успішно використана методика АГМ.

До 90-х років минулого століття в практиці зрошувального землеробства широко застосовувалися режими зрошення культур, які передбачали безперебійне зрошення площ протягом усього вегетаційного періоду, що призводило до завищення зрошувальних норм та водоспоживання в цілому (це так звані біологічно оптимальні норми). Їх розробляли для умов достатнього забезпечення водними і енергетичними ресурсами.

Основні параметри цих режимів (великі поливні норми) не забезпечують дотримання однієї із складових водозбереження – недопущення втрат води на фільтрацію за межі кореневмісного шару ґрунту. Проте за даними воднобалансових досліджень [148, 152, 178], що були проведені на дослідно-

виробничих ділянках півдня України, встановлено, що при поливах такими поливними нормами за рік витрачається на підживлення ґрунтових вод 650-1100 м³/га води, що складає в середньому 12-22% зрошувальної норми. При цьому виносяться поживні речовини із активного шару ґрунту і тим самим погіршується її родючість.

Результати проведених розрахунків представлено в табличній формі (додатки Е.1- Е.6).

4.4. Створення нейронних мереж продуктивності люцерни та прогнозних моделей режимів зрошення для локальних і регіональних умов

Зрошувані землі степової та лісостепової зон України – це один з основних чинників інтенсифікації землеробства в районах з недостатнім та нестійким зволоженням. Одним із шляхів досягнення цієї мети є мінімізація поверхневого та глибинного стоку води, а також зменшення витрати поливної води.

Загально відомо, що у практиці зрошувального землеробства одним із найважливіших показників є зрошувальні норми та закономірність їх зміни за територією. До вирішальних факторів, які впливають на їх величину відносяться генетичний тип і гранулометричний склад ґрунту та ін.

Необхідно відмітити, що для побудови таких карт використали якісно нову інформацію – зрошувальні норми, отримані за щоденними ресурсами ґрунтової вологи, розрахованими за формулою (4.1) для репрезентативного періоду, що значною мірою послаблює вплив просторової та часової дискретності за репрезентативний період. Тобто, для побудови наближених карт зрошувальних норм використано матеріали систематичних спостережень за погодними умовами для гідрометеорологічних станцій, що розташовані на досліджуваній території. При цьому фенологічні фази визначалися для

кожного року окремо за добовими значеннями активних температур повітря.

Для побудови схематичних карт водозберігаючих зрошувальних норм використано матеріали систематичних спостережень за погодними умовами для агрогідрометеорологічних станцій, що розташовані на досліджуваній території. На нашу думку це суттєво послаблює вплив просторової та часової дискретності. При цьому фенологічні фази визначалися для кожного року окремо за добовими значеннями активних температур повітря.

Для побудови карти використано геоінформаційну систему Golden Software Surfer 8. В програму закладені алгоритми інтерполяції, що дозволяють з високою якістю створювати цифрові моделі поверхні за нерівномірно розподіленими у просторі даними. Найбільш часто у цій програмі використовується при цьому геостатистичний метод Кріге. Він ідеально підходить для передачі даних більшості наук. Робота з програмою полягає у вигляді трьох функціональних блоків:

- 1) побудова цифрової моделі поверхні;
- 2) допоміжні операції з цифровими моделями поверхні;
- 3) візуалізація даних.

У результаті проведених розрахунків водозберігаючих режимів зрошення люцерни отримали наближені карти розподілу зрошувальної норми посівів люцерни першого і другого та наступних років вегетації, а також на насіння в роки 75%-ї та 95%-ї природної вологозабезпеченості. Загальна закономірність просторового (територіального) розподілу зрошувальних норм посівів люцерни першого року вегетації характеризується збільшенням їх із заходу та із північного сходу на південь (додаток Ж.1 - Ж.6). Хоча загальна тенденція просторової зміни зрошувальних норм спостерігається майже на всій території дослідження, помітне зменшення в поливній воді відбувається на частині території північного Степу.

На картах зрошувальних норм посівів люцерни другого та наступних років вегетації чітко відображено, що на їх територіальний розподіл значний вплив проводить тип ґрунту та рельєф. Суттєве зменшення поливної води за

весь вегетаційний період проходить на незначній території Північного Степу та частини Лісостепу України, з мінімумами в Дніпропетровській області.

Стосовно наближених схематичних карт зрошуваних норм посівів люцерни на насіння, то їх розподіл наслідуює тенденцію розповсюдження посівів люцерни на корм і обумовлений нерівномірністю розподілу атмосферних опадів та інших метеорологічних факторів. Отримані значення водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на насіння дещо нижчі порівняно з кормовими посівами. Однією з причин цього є короткий вегетаційний період насінневих посівів. Зрошувальні норми люцерни на насіння коливаються в межах від 30 до 180 мм, хоча в умовах досліджуваної території розташовані такі райони, що зовсім не потребують проведення поливів через достатнє забезпечення вологою кореневмісного шару ґрунту протягом вегетаційного періоду.

За побудованими наближеними картами швидко, доступно та з достатньою високою точністю можна визначати зрошувальні норми на полях під посівами люцерни для років-моделей на будь-якій гідрометеорологічній станції степової та лісостепової зон України.

За результатами узагальнення експериментальних даних з використанням методу побудови нейронних мереж була сформована агроекологічна модель продуктивності люцерни за умов використання водозберігаючого режиму зрошення залежно від наступних природних та агротехнічних факторів: сума ефективних температур понад 5°C; кількість атмосферних опадів; тривалість сонячного сяйва; зрошувальна норма; глибина обробітку ґрунту; удобрення; захист рослин (рис. 4.3).

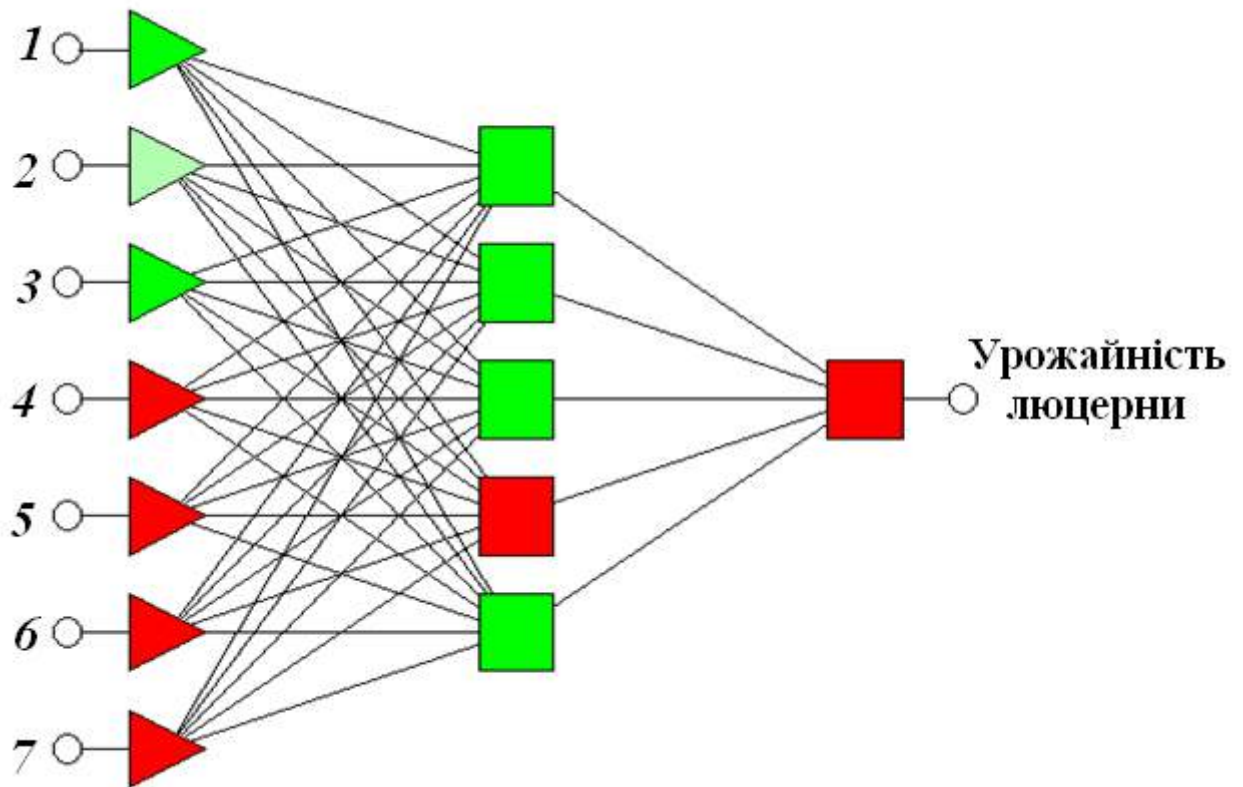


Рис. 4.3. Нейронна мережа агроекологічної моделі продуктивності насіннєвої люцерни залежно від впливу агротехнічних і природних факторів:

1 – сума ефективних температур понад 5°C; 2 – кількість атмосферних опадів; 3 – тривалість сонячного сяйва; 4 – зрошувальна норма; 5 – глибина обробітку ґрунту; 6 – удобрення; 7 – захист рослин

Сформована модель свідчить про найбільш позитивний вплив атмосферних опадів на рівень урожаю насіння люцерни. Проте також проявляється пряма позитивна дія агротехнологічних факторів – 4-7 елементи моделі, які в оптимальному співвідношенні забезпечують формування максимального рівня врожаю, про що свідчить червоне забарвлення вихідних трикутників нейронної мережі. Треба відмітити, що всі елементи побудованої моделі мають високий ступінь парних та множинних кореляційних зв'язків, що підтверджує можливість формування високих і якісних врожаїв насіння досліджуваної культури.

Аналіз побудованої нейронної мережі дозволив встановити відмінності параметрів архітектури нейронної мережі продуктивності насінневої люцерни. Доведено, що компоненти архітектури вміщують різні композиції багатошарових персептронів, радіально-базисних функцій, а також лінійних компонентів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Складові елементи нейронної мережі продуктивності насінневої люцерни залежно від впливу природних та антропогенних факторів

№* з/п	Архітектура	Продуктивність початкова	Контрольна продуктивність	Тестова продуктивність	Похибка навчальна	Контроль на похибка	Тестова похибка
1.	Лінійна 7:7-1:1	0,3803	0,4171	0,3700	0,3720	0,1274	0,3062
2.	РБФ 6:6-1-1:1	0,5312	0,5736	0,5460	0,2553	0,2411	0,3618
3.	РБФ 6:6-1-1:1	0,2695	0,5046	0,4392	0,2267	0,1331	0,3057
4.	БП 4:4-3-1:1	0,5076	0,5453	0,4694	0,2364	0,1094	0,1174
5.	БП 5:5-6-1:1	0,1884	0,1835	0,0818	0,1078	0,0852	0,0831
6.	БП 5:2-6-1:1	0,0973	0,1635	0,0615	0,1057	0,0930	0,0704
7.	БП 4:4-7-1:1	0,1737	0,1745	0,0734	0,1114	0,0807	0,0587

Примітки: * – позначки досліджуваних факторів як на рис. 4.3

БП – багатошаровий персептрон; РБФ – радіально базисна функція;

За результатами досліджень встановлено, що сформована нейронна мережа продуктивності люцерни проявляє максимальний рівень навчальної та контрольної продуктивності рослин на рівні 0,5312 та 0,5736 забезпечує такий природний чинник, як кількість атмосферних опадів.

На другому місці (0,5076 і 0,5453, відповідно) знаходиться зрошувальна норма, що пов'язано з компенсаторними властивостями цього показника при дефіциті атмосферних опадів. Також важливе значення мають сума ефективних температур повітря понад 10°C та норма висіву насіння люцерни. Величини навчальної, контрольної і тестової похибок сформованої нейронної

мережі продуктивності люцерни при застосуванні водозберігаючого режиму зрошення найвищого рівня досягнули на 1-4 елементах мережі, що пояснюється диференційованою біологічною реакцією люцерни на досліджувані біотичні та абіотичні параметри.

Висновки до розділу 4

1. У практиці зрошувального землеробства при формуванні режимів зрошення люцерни та інших сільськогосподарських культур застосовують різні методи їх розрахунку, які відрізняються трудомісткістю, затратами часу і коштів для отримання необхідних результатів. За детальним кореляційним аналізом вимірних вологозапасів на полях під різними сільськогосподарськими культурами на 84 ГМС в степовій та лісостеповій зонах України разом з метеорологічною інформацією встановлено, що на формування ґрунтових вологозапасів основний вплив чинять атмосферні опади, температура та дефіцит вологості повітря. АГМ розрахунку кількості, строків поливних норм нетто для конкретного розрахункового року полягає у визначенні за графіком (фрагментарним гідрографом) добових значень вологозапасів в різних розрахункових шарах ґрунту.

2. Для встановлення показників ґрунтової вологи в шарах ґрунту 0-50 та 0-100 см доцільно використовувати методику Литовченка О.Ф. (2011), а відносні значення біокліматичного потенціалу встановлювали згідно методики (Шашко Д.І., 1967).

3. За допомогою гідрографу можна визначати динаміку ресурсів ґрунтових вологозапасів та встановлювати їх дефіцит з урахуванням фенологічних фаз їх розвитку. При обмеженні водних та інших ресурсів головною метою при розробці режиму зрошення вважається не отримання максимального врожаю при більшій кількості поливів, а досягнення найбільшої віддачі на 1 м³ використаної води, що досягається скороченням кількості поливів. Урожай при цьому може складати лише 85-95 % від максимального.

4. Статистична обробка та аналіз агрометеорологічних спостережень (вимірювань) репрезентативного періоду за 68-річний період з 1948 по 2015 роки стосовно вологозапасів під посівами люцерни, дозволила встановити відповідні модульні коефіцієнти. За результатами таких розрахунків побудовано сумарну інтегральну криву відхилень від середини модульних коефіцієнтів середніх за вегетаційний період вологозапасів під посівами люцерни. Період спостережень 1966-1987 рр. включає замкнуті періоди коливання ресурсів ґрунтової вологи, коли багаторічні значення середньовегетаційних вологозапасів під люцерною не суттєво відрізняються від середніх за 68 років. Осереднене значення модульного коефіцієнту за цей період близьке до одиниці і складає 0,98, тобто цей період є репрезентативним.

5. За результатами проведених досліджень доведено, що в якості основного критерію для встановлення строків і норм вегетаційних поливів люцерни необхідно приймати нижню межу оптимальної вологості ґрунту. При цьому особливо важливо врахувати чутливість люцерни до зменшення рівня передполивної вологості ґрунту в різні фази її розвитку.

6. За методом нейронних мереж була сформована агроекологічна модель продуктивності люцерни, яка дозволила встановити вплив природних і агротехнічних чинників. Застосування водозберігаючих режимів зрошення досліджуваної культури обумовлює істотну різницю впливу таких показників як: сума ефективних температур повітря понад 5°C; кількість опадів; тривалість сонячного саява; зрошувальна норма; норма висіву насіння; глибина обробітку ґрунту; позакореневе підживлення; захист рослин.

7. Встановлено, що найбільшою мірою проявляється вплив атмосферних опадів та зрошувальної норми, а це підтверджує результати багатьох вітчизняних і закордонних вчених щодо першочергової ролі зрошення при вирощуванні люцерни в умовах Степу й Лісостепу України.

8. За результатами досліджень встановлено, що сформована нейронна мережа продуктивності люцерни проявляє максимальний рівень навчальної та

контрольної продуктивності рослин на рівні 0,5312 та 0,5736 забезпечує такий природний чинник, як кількість атмосферних опадів.

РОЗДІЛ 5

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИРОДНИХ І АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

Люцерна – одна із важливих кормових сільськогосподарських культур. За урожайністю зеленої маси, сіна, універсальності використання, виходу кормових одиниць з 1 гектару вона переважає багато інших кормових культур. Люцерна добре реагує на зрошення. За режимами зрошення цієї культури проведено значну кількість досліджень. Проте, питання, які пов'язані з втратами води на інфільтрацію, при вирощуванні фуражної люцерни вивчені недостатньо. Відомо, що зрошення сприяє підйому рівня ґрунтових вод, засоленню та іншим несприятливим явищам, що зменшують родючість ґрунту. Причинами таких явищ є не тільки втрати зі зрошувальної мережі і відсутність дренажних систем, а ще й інфільтраційні втрати поливної води на зрошуваних полях, що окремо не визначаються і, як правило, додаються до сумарного водоспоживання, що призводить до завищення зрошувальних норм. Саме тому на нашу думку актуальними є визначення інфільтраційних втрат при проведенні зрошення [143].

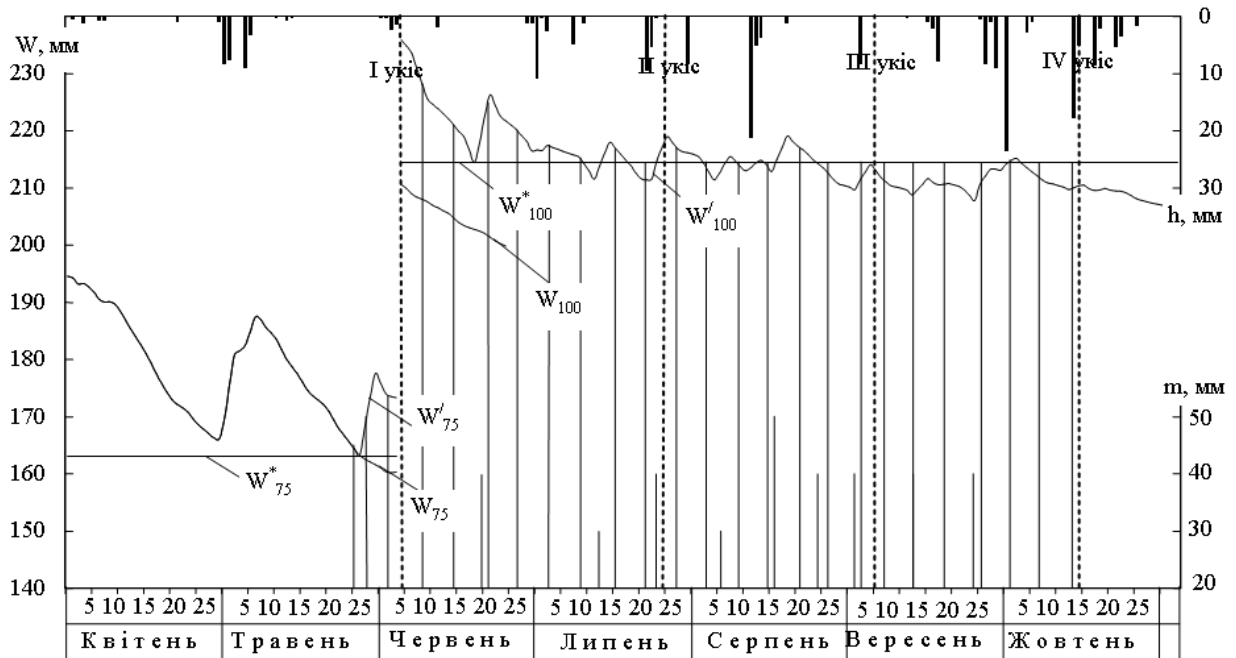
5.1. Значення та аналіз коефіцієнту абсорбції поливної води під посівами люцерни в досліджуваних умовах

Не дивлячись на те, що багатьма дослідниками проведено тисячі вимірювань втрат води при зрошенні в різних фізико-географічних умовах, значні лабораторні та теоретичні дослідження, але на сьогоднішній день, нажаль, не має чіткого визначення кількості вологи, що затримує ґрунт та як змінюються вони за часом. Добре відомо, що ґрунтам притаманна властивість в більшій чи меншій мірі затримувати рідину (воду), гази або пар, яку називають сорбцією. Ця властивість ґрунту обумовлена тим, що атоми на

поверхні частинок ґрунту знаходяться під дією неврівноважених сил. Саме тому поверхня ґрунту має вільну поверхневу енергію. Будь-який процес, що призводить до зменшення цієї енергії, протікає мимохідь. У літературних джерелах такий процес прийнято називати адсорбцією, хоча це не зовсім так. В.Д. Дерпгольцом [61] процес сорбції вперше розділено на чотири види, серед яких окремо виділено абсорбцію і адсорбцію. Абсорбція – це поглинання рідини не тільки поверхнею, але і всією масою [84, 85]. На відміну від абсорбції, адсорбція – здатність притягувати та закріплювати на поверхні частинок молекул газів, парів та розчинених речовин. Адсорбент поглинає тим більше речовини, чим більша його поверхня, тобто чим більше вона подрібнена. Слід зауважити, що для всіх видів сорбції механізм фізичних процесів та необхідні природні умови для її протікання до сьогодні не є чітко встановленими, а тому їх різноманітність повністю не розкрита.

Аналіз результатів розрахунку водозберігаючих режимів зрошення допоміг виявити, що при проведенні поливів різними нормами і в різні періоди вологозатримання (коефіцієнт абсорбції) відповідно змінюється залежно від величини поливної норми та періодів вегетації. При цьому максимальна його величина свідчить про найбільш ефективне затримання ґрунтом поливної води, тобто дана поливна норма є оптимальною. Вище встановлено, що в різні періоди вегетації поливна норма приймає різні значення, проте в більшості випадків вона не повинна перевищувати 40 мм. Адже при частих і великих поливних нормах (які сумнівно застосовують до сих пір) утворюється неприйнятний зволожувально-промивний режим зрошення, при якому очевидно, що значна кількість води, призначена на поповнення вологи у ґрунті, трансформується в ґрунтові води і тільки частково затримується в фільтруючій товщі ґрунту за рахунок абсорбції. Звідси витікає, що збільшення поливної норми збільшує приріст вологозапасів, але порівняно з тією кількістю води, що фільтрується в нижчерозташовані шари ґрунту, вона відносно мала. Саме тому, на нашу думку, підвищувати поливні норми необхідно обачливо. Так, наприклад, за даними АГМС Асканія Нова (рис. 5.1)

в сухий рік 95%-ої вологозабезпеченості при поливі посівів люцерни зрошувальною нормою 400 мм кількість затриманої ґрунтом вологи складає тільки 85 мм. Різке зменшення коефіцієнту абсорбції K майже вдвічі, тобто з 0,6 до 0,39 та 0,37, спостерігалось наприкінці червня – на початку липня.



Примітки: $n=9$. $m=30, 40$ та 50 мм. $M=350$ мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів; W^* – оптимальне зволоження, мм

Рис. 5.1. Фрагментарний гідрограф ресурсів ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за агрогідрометеорологічним методом (АГМС Асканія Нова, 1972 р., $P=95\%$)

Так, при проведенні поливів, нормою 40 мм (в середині червня) затримано ґрунтом 24 мм вологи, а в кінці липня – 12 мм. Аналогічні явища спостерігаються і для інших за природною вологозабезпеченістю роки. Ймовірно, це свідчить про те, що до цього періоду волога в ґрунті накопичувалась, а потім фільтрувалась у нижчерозташовані шари ґрунту, тобто за рахунок суфозійних процесів різко збільшується процес поповнення ґрунтових вод.

Одним із перших науковців, який ще в 1939 році виявив сезонну зміну інфільтрації є американський вчений Р. Хортон [109]. Він проводив дослідження сезонної зміни максимальних, мінімальних та середніх значень

інтенсивності інфільтрації в басейні р. Кончо в Техасі. В результаті проведених досліджень визначив, що максимальна за часом інфільтрація спостерігається в середині літа, тобто в липні. Деякі інші значення були отримані нами при осередненні помісячних значень абсорбції – крива поступово знижується і підвищення показників не спостерігається (рис. 5.2).

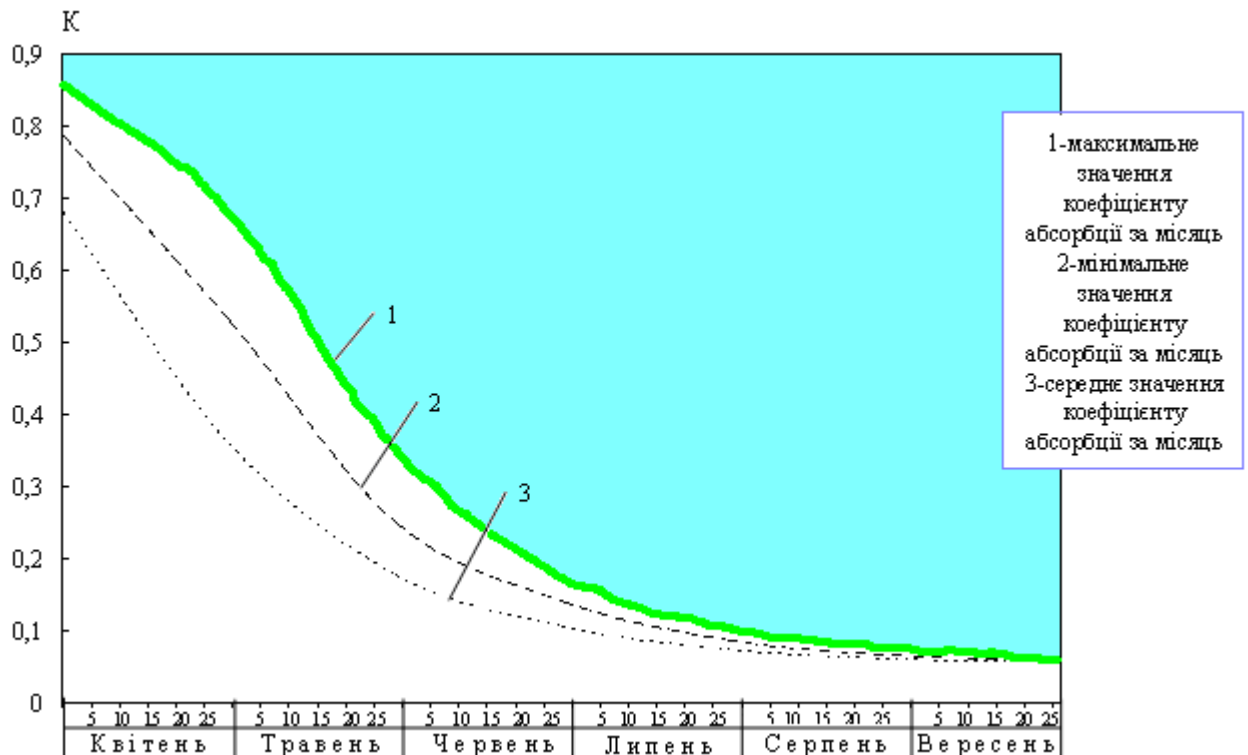


Рис. 5.2. Сезонна зміна за часом коефіцієнту абсорбції за даними АГМС Асканія-Нова, 1972 р. (95%-ої забезпеченості)

Якщо нанести на графік щодобові зміни коефіцієнту абсорбції (рис. 5.3), то можна побачити, що з початку вегетаційного періоду до середини квітня він збільшується, а потім проходить поступове зниження до кінця вегетації.

Зміна значення коефіцієнту абсорбції, тобто вологозатримання протягом вегетаційного періоду досить суттєва: на початку поливного періоду він, в умовах степової зони, складав в середньому 0,75, а в кінці цього ж періоду спостерігається його зниження до 0,15. І, чим ближче цей коефіцієнт до одиниці, тим більше вологи утримує ґрунт.

Близьке до нуля його значення, буде свідчити про нездатність ґрунту більше утримувати вологу, оскільки вона проходить у ґрунтові води.

Фрагментарний гідрограф наглядно показує приріст вологи в ґрунтовій товщі з вказаною закономірністю, яка чітко простежується.

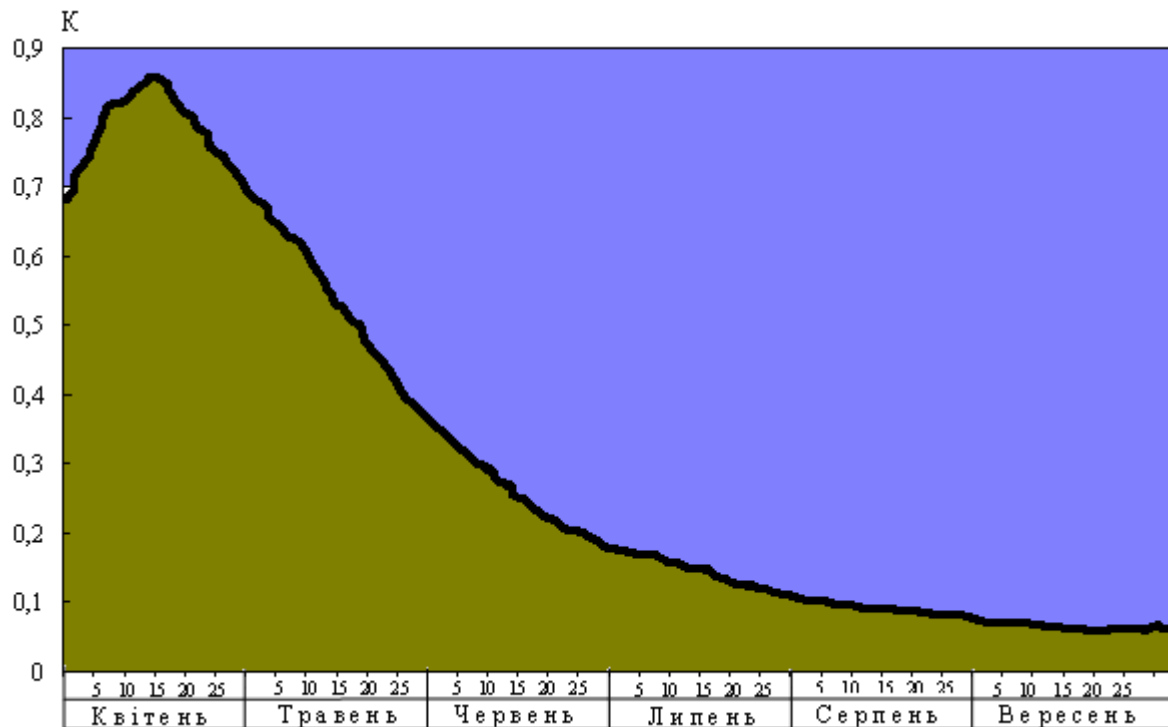


Рис. 5.3. Щодобова зміна коефіцієнту абсорбції протягом вегетаційного періоду за даними АГМС Асканія-Нова, 1972 р., (95 %-ої природної вологозабезпеченості)

Для впровадження водозберігаючих технологій зрошення на зрошуваних землях необхідна інформація про запаси ґрунтової вологи в різних розрахункових шарах.

Особливого значення для сільськогосподарського виробництва мають дані щодо формування вологозапасів в орних (20- або 30-сантиметрових) шарах ґрунту, зокрема в період висівання озимих культур або в 75-сантиметровому – на початку весняно-літньої вегетації при вирощуванні 2-х і 3-х річної люцерни.

У зв'язку з динамічним режимом запасів вологи в орному шарі ґрунту практично неможливо виявити залежність вологозапасів в цьому шарі від попередніх погодних умов. У результаті проведеного Литовченком О.Ф. [112] статистичного аналізу виявлено тісний кореляційний зв'язок запасів вологи

орного шару (W_{20}) з такими у шарі 0-50 см (W_{50}). Вологозапаси в орному шарі визначають тісні (коефіцієнт кореляції залежності звичайно більше 0,9) прямолінійні залежності і можуть бути апроксимовані рівнянням $W_{20} = f(W_{50})$, що дає можливість осереднити їх параметри.

При осередненні параметрів визначено добові вологозапаси в орному шарі ґрунту за вологозапасами в шарі 0–50 см, а саме – $W_{20} = 0,42W_{50} - 4$. Похибка вимірювань формули у цьому разі не перевищує 15% (4,5 мм), що є допустимим для практичного використання [175].

Розрахункові значення щодобових вологозапасів можливо визначати також і в інших шарах метрової товщі ґрунту. Плавний розподіл запасів вологи за глибиною ґрунтового профілю дозволяє суттєво збільшити кількість розрахункових шарів ґрунту.

Підсумовуючи вищевикладене О.Ф. Литовченко [107] запропонував визначати розрахунковим шляхом щоденні запаси ґрунтової вологи в шести шарах ґрунту:

- 1) в орному (0–20 см) шарі за емпіричною прямолінійною залежністю їх від вологозапасів в півметровому шарі, тобто за залежністю $W_{20} = f(W_{50})$;
- 2) в шарі 21–30 см – за співвідношенням $W_{21-30} = W_{50} - W_{20}$;
- 3) в шарі 0–50 см – за залежністю $W_{50} = f(P)$;
- 4) в шарі 0–75 см за рівнянням $W_{75} = W_{50} + 0,5(W_{100} - W_{50})$;
- 5) в шарі 0-100 см – за залежністю $W_{100} = f(P)$;
- 6) в другому півметровому шарі ґрунту – за формулою $W_{51-100} = W_{100} - W_{50}$.

В табл. 5.1 та 5.2 приведені результати визначення запасів вологи в різних шарах ґрунту після проведення поливів на початку та в кінці вегетаційного періоду умовах Південного Степу України (на прикладі АГМС

Асканія-Нова).

Таблиця 5.1

**Допоміжна таблиця для визначення коефіцієнту абсорбції після
проведення поливу нормою 40 мм 19.06.1972 р.
(ГМС Асканія-Нова, 95 %-ї забезпеченості)**

Шар ґрунту, см	Запаси вологи, мм		Поповнення запасів вологи, мм
	до проведення поливу	після проведення поливу	
20	34	37	3
21-50	63	67	4
50	97	104	7
75	146	158	12
100	195	212	17
Всього			43

Таблиця 5.2

**Допоміжна таблиця для визначення коефіцієнту абсорбції після
проведення поливу нормою 40 мм 11.09.1972 р.
(ГМС Асканія-Нова, 95 %-ї забезпеченості)**

Шар ґрунту, см	Запаси вологи, мм		Поповнення вологозапасів, мм
	до проведення поливу	після проведення поливу	
20	33	34	1
21-50	63	64	1
50	96	98	2
75	145	148	3
51-100	98	101	3
100	194	198	4
Всього			14

Використовуючи експериментальні дані нами сформовано епюру розподілу ґрунтової вологи у метровій товщі (рис. 5.4 та 5.5).

При рівномірному та постійному зволоженні промоченого шару ґрунту рух води проходить за законом Дарсі – переконливо показано в роботах Алексєєва Г.А., Чальда Ю.Е. та Колліз-Джорджуа Н., Будаговського А.І. та ін. [7, 12, 31, 90, 69-72].

Відомо, що рух води в ґрунті відбувається за складною взаємодією сили тяжіння, капілярних сил, температури ґрунту та ін. За результатами проведених розрахунків (див. табл. 5.1) визначено, що восени після проведення поливу, нормою 40 мм в ґрунті залишається майже 43 мм.

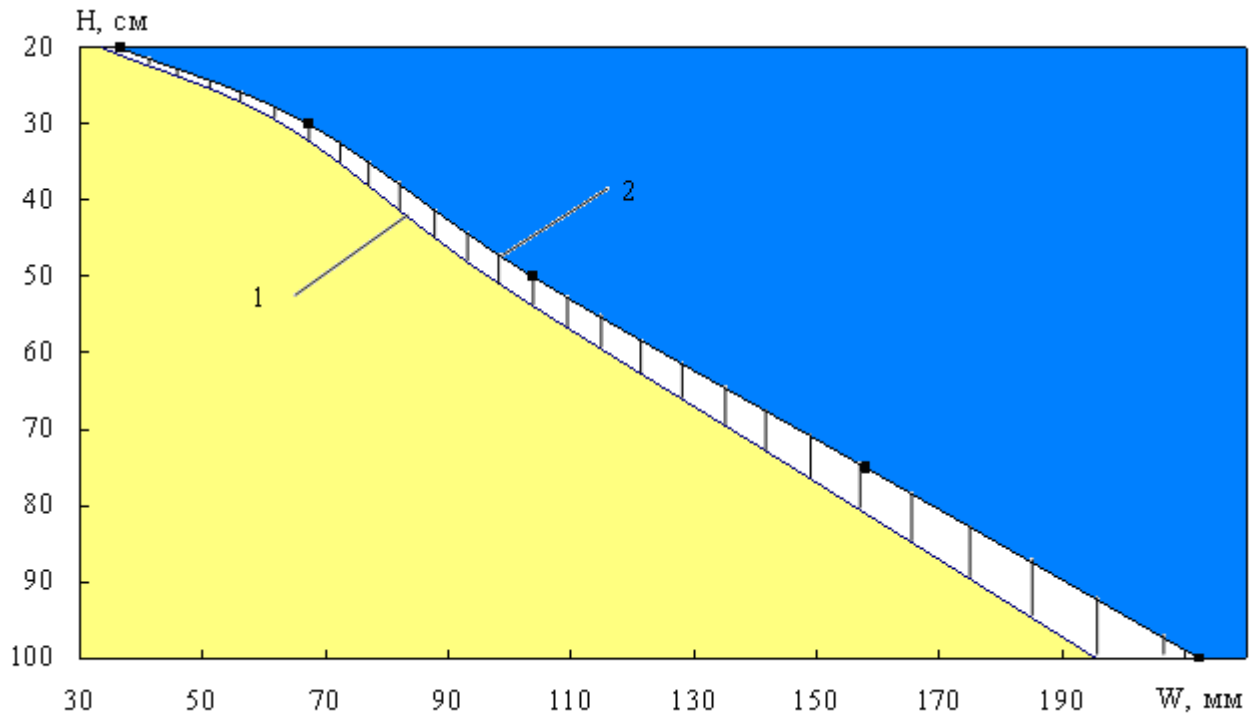


Рис. 5.4. Запаси ґрунтової вологи до (1) та після (2) проведення поливу, нормою 40 мм (19.06.1972 р.) за даними ГМС Асканія-Нова, 95 %-ї забезпеченості

Приріст вологозапасів відбувається в основному в нижній частині метрового шару ґрунту, мабуть, за рахунок капілярного підживлення зони аерації ґрунтовими водами.

За зимовий період спостерігається істотне накопичення запасів вологи в ґрунті; а весною та на початку літа, коли температура постійно зростає, верхні шари метрової товщі, запаси вологи починають різко витрачатись. Тому поповнення нижніх шарів відбувається, мабуть, за рахунок руху капілярно-підвищеної вологи вгору від рівня ґрунтових вод.

Слід відзначити, що враховуючи великі масиви даних наукова проблема, яка висвітлена в дисертаційній роботі, на нашу думку, висвітлена частково.

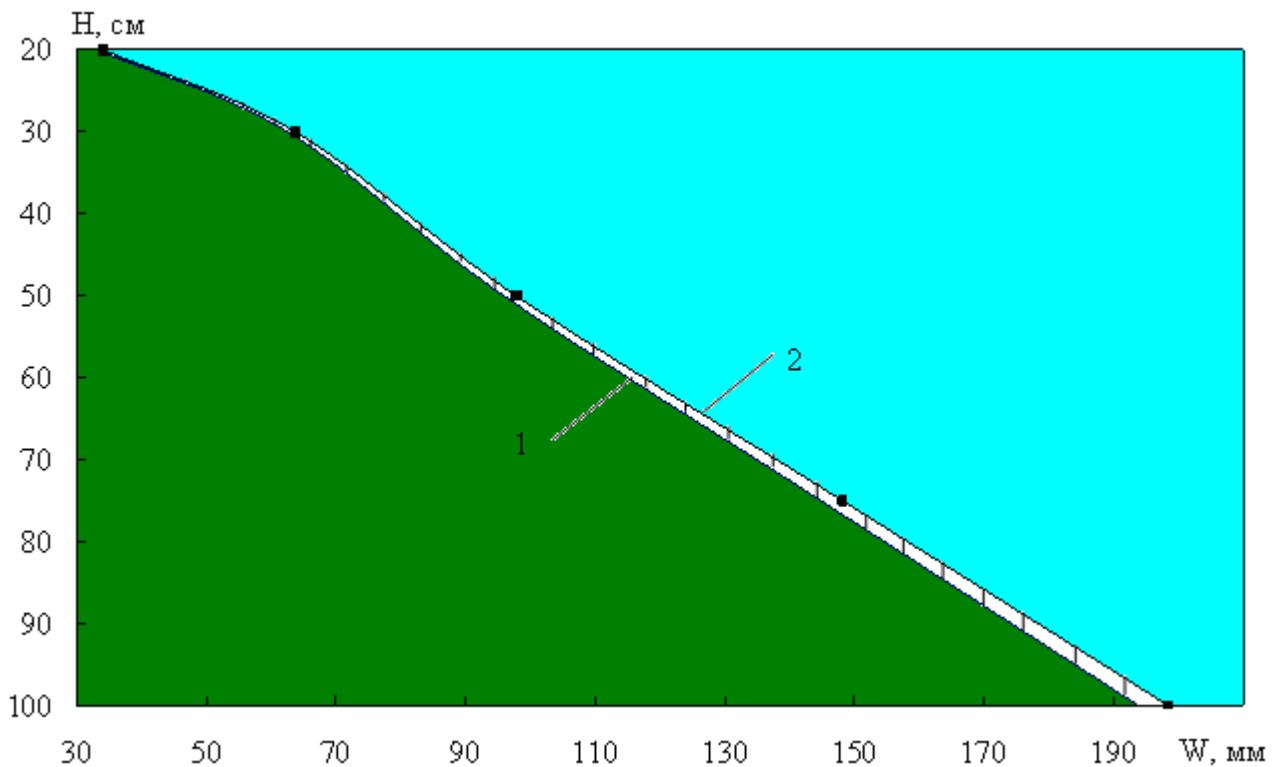


Рис. 5.5. Запаси ґрунтової вологості до (1) та після (2) проведення поливу, нормою 40 мм (11.09.1972 р.) за даними ГМС Асканія-Нова, 95%-ї забезпеченості

Проте викликає значний інтерес, а, отже, потребує подальшого вирішення та проведення відповідних досліджень.

5.2. Порівняння різних методів розрахунку режимів зрошення люцерни у виробничих умовах

Водний режим ґрунту є завжди важливим, а частіше найважливішим фактором продуктивності сільськогосподарських угідь. Створення оптимального режиму вологозабезпеченості посівів найбільш ефективно здійснюється за рахунок підтримання оптимального водного режиму ґрунтів за допомогою гідротехнічних меліорацій. Але для збереження природної родючості ґрунту та попередження підтоплення земель, потрібно розробляти і впроваджувати такі режими зрошення, які б підтримували на високому рівні продуктивність рослин, та не погіршували стан земель за рахунок

впровадження оптимальних режимів зрошення [112]. В роботі були проведені розрахунки режимів зрошення люцерни на корм та на насіння за різними методами.

За результатами розрахунків зрошувальних норм та кількості поливів в умовах досліджуваної території України (додатки Е.1-Е.8) проведено порівняння двох методів, прийнявши метод, рекомендований в державних будівельних нормах [124] (ДБН) за базовий (100%), відносно якого буде проведено порівняння.

З цього виходить, що немає потреби поливати такими завищеними зрошувальними нормами, адже люцерна для свого нормального росту споживає значно менше ґрунтової вологи, ніж при поливі за методом ДБН. За цим методом розрахунку режимів зрошення водоспоживання завищене за рахунок неточного визначення випаровування, а, відповідно, і завищено зрошувальні норми.

Отримані зрошувальні норми не перевищують ті, що рекомендовані застосовувати при розрахунках водозберігаючих режимів зрошення, а тим більше з завищеними майже вдвічі рекомендованими в літературних джерелах. Якщо вважати, що поливи будуть проводити після кожного укусу нормами 700-1000 м³/га (при вирощуванні трьохукісної люцерни на зелений корм), то зрошувальна норма складатиме 2100-3000 м³/га. Таке завищення негативно впливає на процеси, що проходять не лише в ґрунті, а і в навколишньому середовищі. Це пояснюється тим, що при великих поливних нормах збільшується і шар води на поверхні ґрунту, підвищуючи гідростатичний тиск, при якому має місце напірна фільтрація та ущільнення ґрунту, а тому різко знижується водопроникність і зростання затоплення денної поверхні. Збільшення витрат води на зволоження ґрунту під посівами люцерни призводить до неекономного витрачання ресурсів та екологічної шкоди.

Як правило, люцерна при указаних в другому розділі методах поливу відбувається нестача ґрунтової вологи. Вони починають відчувати ряд фізіологічних порушень ще задовго до появи ознак в'янення. У таких рослин

зменшується здатність використання води та поживних речовин з ґрунту, погіршується їх водний режим, що призводить до непродуктивної транспірації, скорочується інтенсивність фотосинтезу, знижується притік поживних речовин до насіння, різко пригнічуються ростові процеси. Все це разом створює умови для зниження урожаю. Надлишкове зволоження ґрунту результативно діє аналогічно недостатньому зволоженню. При надлишковому зволоженні урожай знижується в ранні фази: затримує ріст та розвиток рослин.

З вищевикладеного випливає, що отримані зрошувальні норми не перевищують ті, які рекомендовано застосовувати при розрахунках водозберігаючих режимів зрошення, а тим більше з завищеними майже вдвічі рекомендованими в літературних джерелах. Таке завищення негативно впливає на процеси, що проходять не лише в ґрунті, а і в навколишньому середовищі. Це пояснюється тим, що при великих поливних нормах збільшується і шар води на поверхні ґрунту, підвищуючи гідростатичний тиск, при якому має місце напірна фільтрація та ущільнюється ґрунт, а тому різко знижується водопроникність і затопленої поверхні. Збільшення витрат води на зволоження ґрунту під посівами люцерни призводить до неекономного витрачання ресурсів.

Практично першочерговим завданням зрошуваного землеробства в посушливих та недостатньо вологих зонах досліджуваної території є розробка прийомів, що сприяють накопиченню, збереженню та більш економному витрачання води.

В останні роки на багатьох зрошуваних масивах України спостерігається активізація процесів підтоплення, тобто підняття підґрунтових вод вище критичних глибин. За даними гідро-геолого-меліоративної служби Держводгоспу України, на 13-15 % площі зрошуваних земель підґрунтові води залягають на глибині менше 3 м. У такому разі залежно від гранулометричного та мінералогічного складу спостерігається зниження продуктивності сільськогосподарських культур. Для попередження заболочування та вторинного засолення земель необхідно витримувати режим зрошення із

врахуванням вологості ґрунту.

Скорочення витрат води на випаровування та фільтрацію в розташовані нижче горизонти мають вагоме значення і для збереження родючості ґрунтів і попередження винесення поживних речовин, підйому рівня ґрунтових вод та пов'язаних з ним негативних наслідків. У результаті порівняння відомих та найбільш широковживаних режимів зволоження ґрунту під посівами люцерни на даний час в меліоративній практиці маємо, що агрогідрометеорологічний метод не допускає перевитрат ресурсів, попереджає підтоплення і засолення земель та створення промивних режимів зрошення. Із вищевикладеного можна зробити висновок що є серйозні підстави для обґрунтованого розгляду питання відносно можливості та доцільності впровадження агрогідрометеорологічного методу на практиці, що призведе до економії ресурсів.

Економне витрачання та правильне розподілення зрошувальної води, отримання можливо більшої кількості сільськогосподарської продукції за кожен кубічний метр витраченої води – одна із найважливіших проблем сільськогосподарського виробництва досліджуваної території.

Співставлення водних ресурсів з необхідністю в них різних галузей народного господарства та населення вказує на зростаючий дефіцит води. Тому сукупність всіх технічних, агро меліоративних та організаційних заходів повинна бути направлена на підвищення ефективності використання води.

Із аналізу отриманих даних витікає, що осереднена величина зрошувальних норм змінюється за агроґрунтовими районами на досліджуваній території залежно від природних умов і водно-фізичних властивостей ґрунту для середньосухого року: посівів люцерни від 140 мм до 350 мм, насінневої – від 0 до 200 мм; та сухого року: посівів люцерни першого року вегетації від 190 мм до 350 мм, насінневої – від 0 до 240 мм.

При розробці й реалізації режимів зрошення необхідно використовувати природний потенціал кожної ґрунтово-кліматичної зони, зокрема за температурним режимом. Існує декілька методологічних підходів, які дозволяють у тій чи іншій мірі розв'язати це завдання. Так, для попередньої

оцінки зволоженості року можна використовувати атмосферні опади, за комплексним кліматичним показником, за дефіцитами водоспоживання, середніми за вегетаційний період вологозапасами, тощо [50, 83, 180]. В своїх дослідженнях для визначення забезпеченості року за ресурсами вологи і тепла скористалися найбільш інформативним інтегральним показником – вологістю ґрунту і біокліматичним потенціалом – БКП [186].

За результатами проведених розрахунків обрані роки за характерними групами забезпеченості. При цьому слід відмітити, що забезпеченість вологості ґрунту і БКП співпадають. На рисунку наведено графік залежності урожайності люцерни від БКП (рис. 5.6).

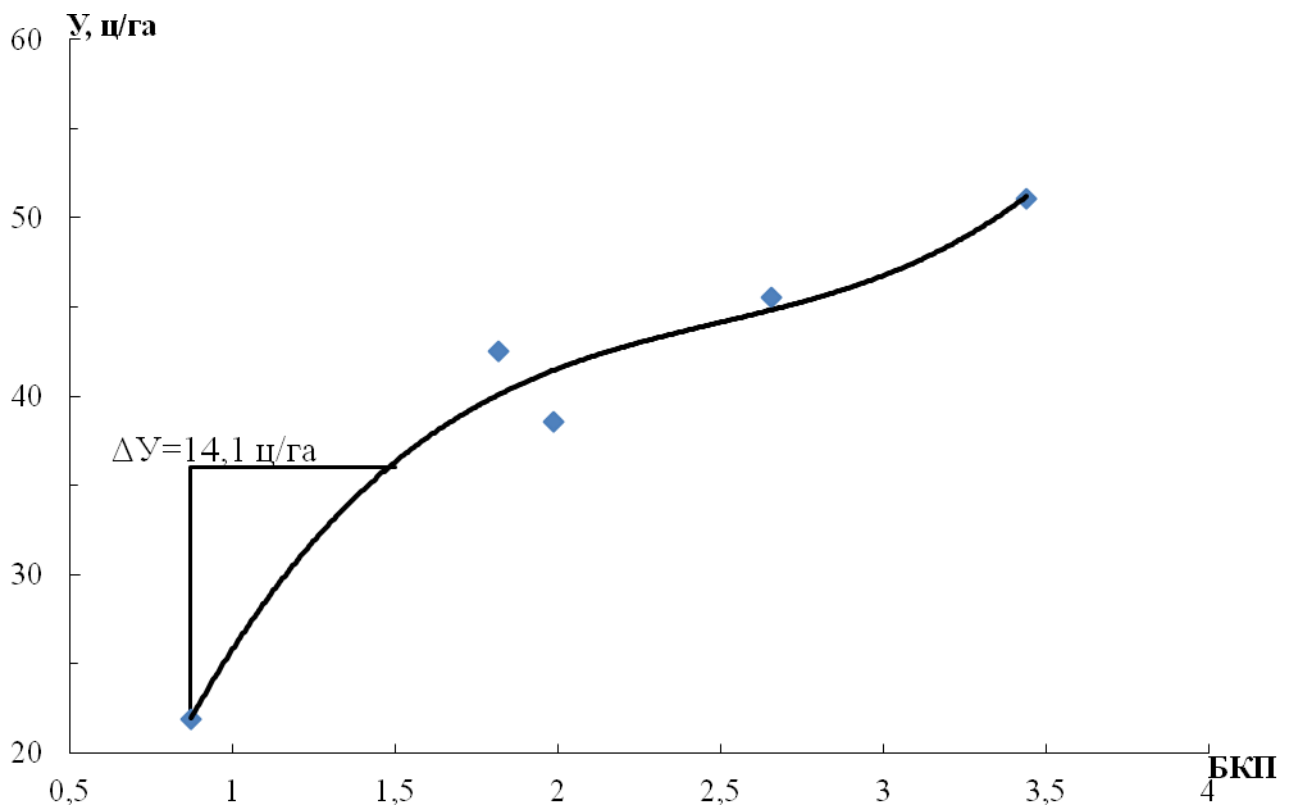


Рис. 5.6. Графік залежності урожайності зеленої маси люцерни від БКП на прикладі Дніпропетровської області (ГМС Апостолово)

Графік побудовано для типових за природним зволоженням років: дуже вологого 1977 р. (10 %), вологого 1982 р. (25 %), середнього 1986 р. (50 %), сухого 1983 р. (75 %) та дуже сухого 1975 р. (90 %) років.

Аналізуючи графік бачимо чітко виражену залежність урожайності і від БКП. Підтвердженням тісноти зв'язку є коефіцієнт кореляції, який складає 0,985. Це свідчить про сильний зв'язок. При цьому слід відмітити, що отримана залежність має форму кубічної параболи і може бути виражена формулою (5.1):

$$Y = 3,5287 \text{ БКП}^3 - 26,408 \text{ БКП}^2 + 70,205 \text{ БКП} - 21,453, \quad (5.1)$$

де Y – урожайність люцерни, ц/га;

БКП – біокліматичний потенціал.

Дані наведені на діаграмі вказують на те, що приріст урожаю залежно від зміни БКП коливається значною мірою. Так, суттєвий приріст врожайності спостерігається при збільшенні вологозабезпеченості посівів люцерни до 50%. При подальшому збільшенні вологозабезпеченості приріст врожайності є менш значущим, що може свідчити про економічну недоцільність збільшення зрошуваної норми. Для підтвердження даного припущення нами для сухого за природним зволоженням року обчислено подекадний розподіл коефіцієнту біокліматичного потенціалу.

На графіку (рис. 5.7) показано інтегральну криву біокліматичного потенціалу без зрошення (1), з урахуванням зрошення (2), опади (3) і поливи (4). У результаті аналізу отриманого графіка чітко простежується вплив кліматичних факторів, в даному випадку атмосферних опадів, на біокліматичний потенціал. На початку вегетаційного періоду спостерігається ріст БКП при випадінні опадів, в середині вегетації цей ріст майже припиняється. Цей період характеризується збільшенням температур повітря і відсутністю опадів. При цьому інтегральна крива біокліматичного потенціалу при природному зволоженні майже не змінюється.

Корегування біокліматичного потенціалу проводили за допомогою поливів, строки проведення яких розраховано за методикою викладеною в [112]. При проведенні двох поливів, величиною $400 \text{ м}^3/\text{га}$ кожен БКП зміниться з 0,87 до 1,55. При цьому урожайність люцерни збільшиться на

14,1 ц/га, що у відсотковому відношенні відбудеться збільшення врожайності на 64% порівняно із фактично отриманою у цей рік при природній зволоженості посівів.

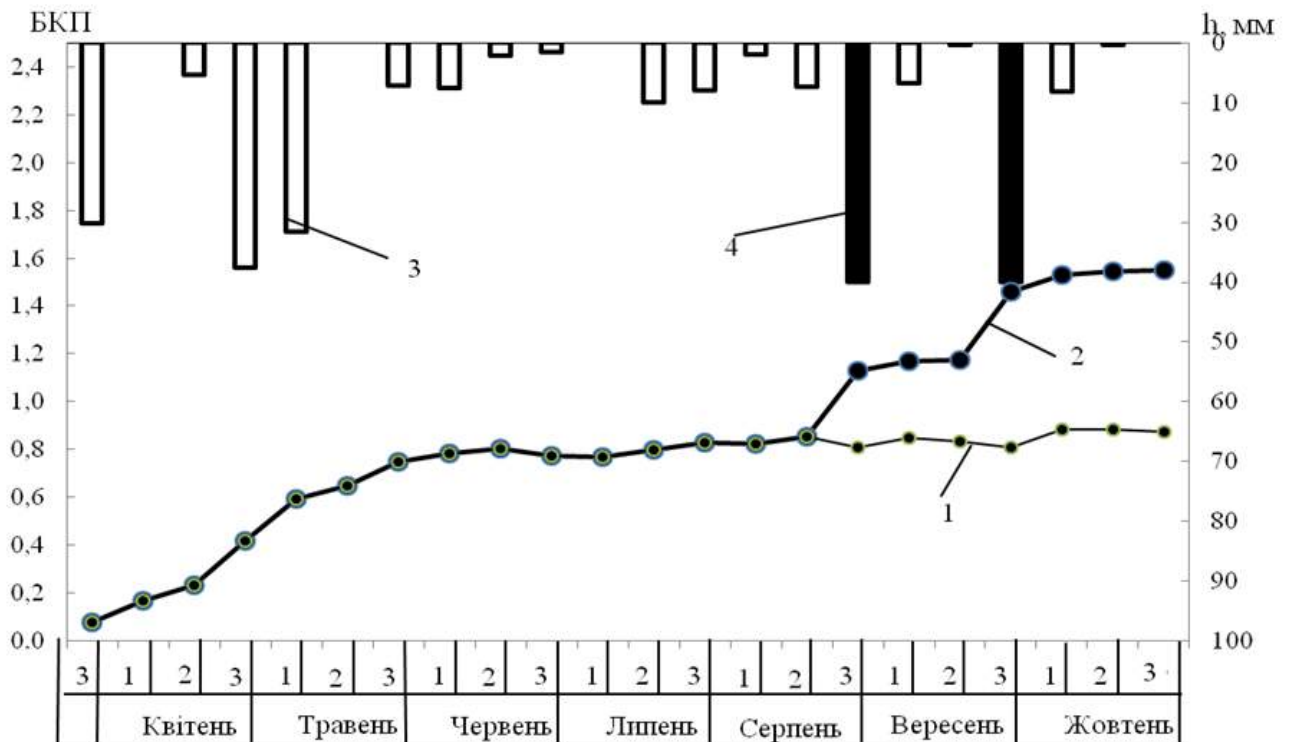


Рис. 5.7. Розподіл біокліматичного потенціалу за Д.І.Шашко протягом вегетаційного періоду за даними ГМС Апостолово

Досвід передових господарств з виробництва люцерни в умовах Степу і Лісостепу України на насіння, сіно або зелений корм, підтверджує, що економічна ефективність залежить від ряду технологічних заходів і особливо від режимів зрошення залежно від зони її вирощування [5, 57, 177]. Виявити економічну ефективність тільки за рівнем врожаю не завжди можливо, оскільки не враховуються усі матеріальні витрати на виробництво продукції [73]. Враховуючи, що господарства України мають дефіцит насіння люцерни, за останні п'ять років ціна на насіння зросла до 50 грн за 1 кг, тому чистий прибуток і рентабельність мають високий показник. Також і виробництво сіна люцерни забезпечує високий рівень чистого прибутку та рентабельності, а ціна 1 т цього найважливішого кормового продукту підвищилася за останні 3-5 років до 2000-2500 грн [57].

Для виробничої перевірки результатів досліджень протягом 2014-2016 рр. в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровському районі Дніпропетровської області було закладено виробничий дослід, в якому перевіряли ефективність застосування розроблених водозберігаючих режимів зрошення люцерни, дощувальною машиною Valley. При проведенні економічних розрахунків прийнято ціну на сіно люцерни в тюках на рівні 2,5 тис. грн/га.

Аналізом одержаних в польовому досліді даних доведено, що застосування розробленого розрахункового водозберігаючого режиму зрошення сприяє підвищенню врожайності сіна люцерни з 8,5 до 11,5 т/га або на 26,1-36,5% (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Економічна ефективність вирощування сіна люцерни другого року використання залежно від режимів зрошення (середнє за 2014-2016 рр.)

Показники	Режим зрошення		Середнє
	за ДБН	розрахунковий водозберігаючий АГМ	
Урожайність сіна, т/га	8,5	11,5	10,0
Вартість продукції одержаної з 1 га, грн	21250	28750	25000
Всього витрат на 1 га, грн	14735	15979	15357
Собівартість 1 т сіна, грн	1734	1389	1562
Умовний чистий прибуток з 1 га, грн	6515	12771	9643
Рівень рентабельності, %	44,2	79,9	62,1

На цьому ж варіанті (водозберігаючий режим зрошення) одержано максимальний рівень вартості валової продукції з 1 га посівної площі – 28750 грн, а на ділянках із застосуванням рекомендованого режиму зрошення за ДБН цей показник зменшився на 7,5 тис. грн/га.

Навпаки, виробничі витрати були мінімальними у варіанті з вегетаційними поливами за методом ДБН, проте собівартість 1 т сіна зменшилася на 19,4% у варіанті з розрахунковою схемою режиму зрошення.

Найвищі умовний чистий прибуток – 12,8 тис. грн/га та рівень рентабельності 79,9% при вирощуванні сіна люцерни були у варіанті з розрахунковим режимом зрошення, а при проведенні вегетаційних поливів за режимом зрошення за ДБН – ці показники зменшилися в 1,8 рази.

Аналізуючи технологію вирощування сіна люцерни можна дійти висновку, що вона є досить енергоємною за рахунок застосування зрошення, внесення мінеральних добрив, обробок ґрунту, збирання врожаю тощо. З метою розрахунку біоенергетичної ефективності використовували методику проведення енергетичного аналізу інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур з урахуванням окремих матеріальних ресурсів – поливної води, мінеральних добрив, насіння, палива, оплати праці залежно від режимів зрошення, що вивчався в польовому досліді. Енергоємність 1 кг сіна на рівні 17,41 МДж у перерахунку на суху речовину [180].

Розрахунки питомої ваги затрат сукупної енергії за статтями витрат при вирощуванні люцерни на сіно показали, що ці показники змінюються залежно від досліджуваних режимів зрошення способів поливу, особливо при порівнянні першого і третього варіантів (табл. 5.4).

Облік витрат енергії при вирощуванні насіння люцерни дозволив виявити різницю цього показника залежно від досліджуваних умов зволоження. Так, прихід енергії з врожаєм був максимальним при застосуванні розрахункового водозберігаючого режиму зрошення – 61,2 ГДж/га, а на ділянках з режимом зрошення за ДБН – зменшився на 35,3%.

Найвищі витрати енергії (30,7 ГДж/га) відмічені у другому варіанті, що пов'язано з підвищенням витрат на збирання ворожою (сіна люцерни). Одночасно, внаслідок зростання продуктивності рослин прихід енергії з урожаєм збільшився в 1,9 рази. Причому цей показник був мінімальним –

15,9 ГДж/га у варіанті з режимом зрошення люцерни з поливами за ДБН.

Таблиця 5.4

Енергетична ефективність вирощування сіна люцерни другого року використання залежно від режимів зрошення (середнє за 2014-2016 рр.)

Показники	Режим зрошення		Середнє
	за ДБН	розрахунковий водозберігаючий АГМ	
Урожайність сіна, т/га	8,5	11,5	10,0
Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га	45,3	61,2	53,3
Витрати енергії, ГДж/га	29,4	30,7	30,1
Приріст енергії, ГДж/га	15,9	30,5	23,2
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,54	1,99	1,77
Енергоємність продукції, ГДж/т	3,46	2,67	3,07

Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні люцерни при поливах за нормами ДБН 1,54, а за впровадження розробленого розрахункового водозберігаючого режиму зрошення – підвищився до 1,99. Також доведено, що застосування розрахункового водозберігаючого режиму зрошення має енергозберігаючу спрямованість і дозволяє зменшити енергоємність продукції з 3,46 до 2,67 ГДж/т або на 22,8%.

Висновки до розділу 5

1. На підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначено коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміна протягом вегетаційного періоду. Коливання коефіцієнту вологозатримання (абсорбції) протягом вегетаційного періоду доволі суттєві: на початку поливного періоду він в умовах степової зони складав в середньому 0,75, а в кінці зменшився до 0,15.

2. За результатами досліджень встановлено, що зрошувальні норми для

років з 75 та 95% вологозабезпеченістю (для люцерни) в умовах проведення досліджень складають відповідно 140 та 350 мм.

3. Отримані нами розрахункові зрошувальні норми не перевищують ті, що рекомендовані застосовувати при розрахунках водозберігаючих режимів зрошення, а тим більше з завищеними майже вдвічі рекомендованими в літературних джерелах. Якщо вважати, що поливи будуть проводити після кожного укосу нормами 700-1000 м³/га (при вирощуванні трьохукісної люцерни на зелений корм), то зрошувальна норма складатиме 2100-3000 м³/га. Таке завищення негативно впливає на процеси, що проходять не лише в ґрунті, а і в навколишньому середовищі.

4. Встановлено, що застосування завищених поливних і зрошувальних норм, рекомендованих в літературних джерелах, сприяє розвитку таких негативних явищ, як підтоплення та вторинне засолення. При застосуванні завищених поливних норм частіше спостерігається зниження продуктивності сільськогосподарських культур, просадка ґрунту, тощо. Стосовно агрогідрометеорологічного методу, то він не допускає перевитрат ресурсів, попереджає підтоплення земель та створення промивних режимів зрошення, тобто є екологічно безпечним. Саме цей метод необхідно впроваджувати на практиці при проведенні поливів посівів люцерни. Доведено, що при формуванні режимів зрошення люцерни для оцінки ефективності гідротехнічних меліорацій доцільно користуватись значенням біокліматичного потенціалу локальної території – БКП. Це сприяє оптимізації витрат водних і енергетичних ресурсів, а також дозволяє отримувати запрограмований та економічно вигідний урожай люцерни.

5. Економічним аналізом доведено, що при вирощуванні люцерни водозберігаючий режим зрошення дозволяє отримати вартість валової продукції з 1 га посівної площі на рівні 28,8 тис. грн/га. Найвищі умовний чистий прибуток – 12,8 тис. грн/га та рівень рентабельності 79,9% зафіксовані у варіанті з розрахунковим режимом зрошення, а при проведенні вегетаційних поливів за режимом зрошення ДБН – ці показники зменшилися у 1,8 рази.

6. Максимальні прихід (понад 61 ГДж/га) та витрати (понад 30 ГДж/га) енергії при вирощуванні сіна люцерни сформувалися у варіанті з вегетаційними поливами за розрахунковим водозберігаючим режимом зрошення. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні люцерни при поливах за режимом зрошення ДБН становив 1,54, а за впровадження розробленого розрахункового водозберігаючого режиму зрошення – підвищився до 1,99. Крім того, використання водозберігаючого режиму зрошення обумовило зниження енергоємності 1 т сіна люцерни з 3,46 до 2,67 Гдж/т або на 29,5%.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведене теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми, що витікає із аналізу впливу зрошувальних норм люцерни на її продуктивність та економічну ефективність. Головні наукові й практичні результати роботи полягають в наступному:

1. Проведено подовження рядів спостережень за ресурсами ґрунтової вологи під посівами люцерни до репрезентативного періоду. Розроблені математичні моделі вмісту вологи під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України дозволили встановити, що подовжені значення досліджуваних показників відрізняються в середньому: для шару ґрунту 0-100 см – на 15%, а в 0-50 см – на 25%. Аналізом експериментальних даних доведено, що кореляційних залежності між вологозапасами під посівами люцерни та вологозапасами під посівами озимої пшениці у шарі ґрунту 0-50 см у степовій та лісостеповій зонах України мають високу ступінь кореляційного зв'язку – понад 0,7. Відхилення у проведених розрахунках свідчить про те, що вони відповідають похибкам інструментальних вимірювань запасів ґрунтової вологи на мережі метеорологічних станцій Українського гідрометеорологічного центру МНС України, що свідчить про можливість та доцільність використання їх в наукових дослідженнях та на практиці.

2. У процесі проведених досліджень проведено оцінку репрезентативності часових рядів запасів вологи під посівами люцерни для визначення характерних за природним зволоженням років. За проведеними розрахунками встановлено, що збільшення періоду спостережень не є передумовою його репрезентативності. Виявлено, що 22-річний період (1966–1987 рр.) є репрезентативним порівняно з 68-річним (1948–2015 рр.) періодом спостережень.

3. Розраховані ймовірнісні режими зрошення посівів люцерни для різних за зволоженістю років. Результати розрахунків за допомогою наявних

технологій у ГІС представлені нами у вигляді карт багаторічного просторового розподілу водозберігаючих зрошувальних норм досліджуваної території. Ці карти побудовано окремо для року 75%-ї та 95%-ї забезпеченості під посівами фуражної люцерни та люцерни на насіння першого та наступних років вегетації. За допомогою побудованих карт визначаємо зрошувальні норми для посівів люцерни, які створюватимуть оптимальні умови вологозабезпеченості для посівів люцерни степової та лісостепової зон України.

4. На підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначили коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду. Коливання коефіцієнту вологозатримання (абсорбції) протягом вегетаційного періоду доволі суттєві: на початку поливного періоду він складав 0,75, а в кінці проходило його зменшення до 0,15.

5. За результатами досліджень доведено, що при розробці водозберігаючих режимів зрошення люцерни доцільно використовувати біокліматичний потенціал території. Встановлено, що його врахування при розрахунках водозберігаючих режимів зрошення сприяє оптимізації витрат водних і енергетичних ресурсів, дозволяє отримувати запрограмований і економічно вигідний урожай люцерни.

6. Використання розрахункового режиму зрошення при вирощуванні люцерни, має економічні та енергетичні переваги. Так, використання цього режиму зрошення, сприяло отриманню врожайності сіна люцерни на рівні 11,5 т/га, чистого прибутку 12,8 тис. грн/га та рівня рентабельності 79,9%.

7. Енергетичним аналізом доведено, що значення енергетичного коефіцієнту було найбільшим – 1,99 у варіанті з вегетаційними поливами за розрахунковим водозберігаючим режимом зрошення, також його застосування сприяло зниженню енергоємності 1 т сіна люцерни з 3,46-3,73 до 2,67 Гдж/т або на 29,5-38,1%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На підставі розроблених за результатами досліджень режимів зрошення люцерни для господарств степової та лісостепової зон України, зменшення витрат поливної води, скорочення кількості вегетаційних поливів, покращення економічних, енергетичних та еколого-меліоративних показників рекомендуємо:

- для уточнення поливних і зрошувальних норм люцерни використовувати коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду;

- при формуванні водозберігаючих режимів зрошення зрошувальні норми люцерни для кожного поля встановлювати за допомогою карт багаторічного просторового розподілу розроблених водозберігаючих зрошувальних норм для років з 75 і 95% забезпеченістю;

- для планування та оперативного управління зрошенням на рівні поля і сівозміни використовувати фрагментарний гідрограф для контролю за динамікою вмісту вологи в ґрунтовій товщі, який дозволяє скоротити зрошувальні норми на 29%.

Розроблені водозберігаючі режими зрошення посівів люцерни можуть стати в нагоді, як при плануванні режимів зрошення, так і в ряду інших агротехнічних заходів, спрямованих на покращення вологозабезпеченості культур та підвищення їх продуктивності (внесення добрив, міжрядний обробіток ґрунту та ін.). Впровадження режимів зрошення зі скороченою кількістю поливів та зменшеними зрошувальними нормами дозволить полити більшу площу і в 2-3 рази збільшити вихід валової продукції при зрошенні одним і тим же водо джерелом.

Запропоновані результати досліджень були впроваджені протягом 2014-2016 рр. в господарствах, які знаходяться в зоні дії Солонянського міжрайонного управління водного господарства Солонянського району Дніпропетровської області та в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровського району Дніпропетровської області на загальній площі 370 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / М.В. Присяжнюк, М.В. Зубець, П.Т. Саблук [та ін.] ; за ред. М.В. Присяжнюка, М. В. Зубця, П. Т. Саблука, В. Я. Месель-Веселяка, М. М. Федорова. – К. : ННЦ ІАЕ, 2011. – 1008 с.
2. Агроекологічна стандартизація та нормування витрат ресурсів у зрошуваному землеробстві : монографія / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 220 с.
3. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія / В.П. Патики, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін. / за ред. В.П. Патики. – К.: Основа, – 2005. – 300 с.
4. Агроклиматический справочник по Днепропетровской области / сост. И.З. Лапа и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 85 с.
5. Агроклиматический справочник по Запорожской области / сост. И.З. Лапа и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 109 с.
6. Агроклиматический справочник по Луганской области / сост. И.З. Лапа и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 95 с.
7. Агроклиматический справочник по Одесской области / сост. И.З. Лапа и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 246 с.
8. Агроклиматический справочник по Херсонской области / сост. И.З. Лапа и др. – Л.: Гидрометео-издат, 1958. – 91 с.
9. Агрометеорологические ежегодники по территории Украинской ССР за 1966–1987 гг. – Обнинск: ВНИИГМИ – МЦД, 1988. – 125 с.
10. Агрометеорологические базы данных за период 2005-2015 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – https://gr5.ru/Архив_погоды.
11. Акбаров О.Р. К проблеме развития адаптивно-ландшафтной системы орошаемого земледелия и повышения его продуктивности / О.Р. Акбаров // Новое в водном хозяйстве. – 2006. – Вып. 4. – С. 30-35.

12. Алимов О.М. Економічний розвиток України: інституціональне та ресурсне забезпечення: монографія / О.М. Алимов, А.І. Даниленко, В.М. Трегобчук та ін. – К.: Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2005.– 540 с.
13. Андреев Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н.Г.Андреев.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 495 с.
14. Андреев С.И. Как стабилизировать плодородие почв /С.И. Андреев, С.А. Еремин // Агро XXI. – 2001. – №1. – 22 с.
15. Антипова Т.Н. Управление плодородием почв как основа реализации концепции устойчивого земледелия / Т.Н. Антипова // Материалы V Всерос. съезда об-ва почвоведов им. В.В. Докучаева, Ростов-на-Дону, 18-23 августа 2008 г. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. – 153 с.
16. Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К.Крупского, Н.И. Полулана. – К.: Урожай, 1979. – 160 с.
17. Багаторічні бобові трави / за ред. Б.С.Зінченка, 2-ге вид. перероб і доп.– К.: Урожай, 1985. – 136 с.
18. Балюк С.А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України / С.А. Балюк, Г.А. Верніченко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 6. – С. 5–11.
19. Балюк С.А. Концепція адаптивного управління родючістю зрошувальних земель / С.А. Балюк // Зб. наук. праць «Генеза, географія та екологія ґрунтів». – Львів, 2003. – С. 17-21.
20. Балюк С.А. Наукові засади сталого розвитку зрошення земель в Україні / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко // Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до VII з'їзду УТГА. К.1. Харків, 2006. – С. 10-17.
21. Балюк С.А. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко // Вісник ХДАУ. – 2000. – №1. – С. 27-35.
22. Битюков К.К. Орошение сельскохозяйственных культур в степных районах / К.К. Битюков, П.К. Дорожко.– М.: Колос, 1965. – 198 с.

23. Біляєва І.М. Наукове обґрунтування систем удобрення зрошуваних агрофітоценозів з моделюванням вмісту органічних та неорганічних сполук / І.М. Біляєва // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Всесвітньому дню води (21 березня 2017 р.). – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – С. 156-157.

24. Біляєва І.М. Перспективи використання інформаційних засобів для оптимізації режимів зрошення на рівні господарства, сівозміни та поля / І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник : науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 93. – С. 18-23.

25. Благодатний В.І. Про ресурсозбереження на зрошуваних землях Криму / В.І. Благодатний, В.В. Миронов // Економіка АПК. – 2000. – № 2. – С. 2-6.

26. Бойчук Ю.Д. Екологія і охорона навколишнього середовища / Ю.Д. Бойчук, Е.М. Солошенко, О.В. Бугай. – Суми : Університетська книга, 2002. – С. 27-34.

27. Бубенко П.Т. Наука та інноваційний процес в Україні / П.Т. Бубенко, Т.М. Прядкін // Проблеми науки. – 2003. – №4. – С. 8-12.

28. Булигін С.Ю. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування / С.Ю. Булигін, Ю.В. Думін, М.В. Куценко // Українська академія аграрних наук. – Харків, 2002. – 168 с.

29. Вальков В.Ф. Очерки о плодородии почв / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 238 с.

30. Вахонин Н.К. Концептуальные основы моделирования урожайности в системе принятия решений по регулированию водного режима // Мелиорация. – 2014. – № 2(72). – С. 7-15.

31. Величко В.А. Природний потенціал земельних ресурсів Степу / В.А. Величко // Вісн. Львів. ДАУ: Агронімія. – 2005. – № 9. – С. 382-388.

32. Виноградова Е.В. Выращивание кормовых культур при орошении / Е.В. Виноградова. – М., 1976. – 55 с.

33. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання /

В.І. Вишневецький. – К.: Віпол, 2000. – 276 с.

34. Власова О.В. Отримання просторового розподілення даних для планування зрошення / О.В. Власова // Таврійський науковий вісник. – 2005. – Вип. 41. – С. 137-143.

35. ВНД 33-5.5-11-02 Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. – К., 2002. – 39 с.

36. Водне господарство в Україні / за ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.

37. Вожегова Р.А. Зрошення в Україні: реалії сьогодення та перспективи відродження / Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, Л.М. Грановська, Г.В. Сахно // Зрошуване землеробство. – Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – 2013. – № 60. – С.3-12.

38. Вожегова Р.А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваних меліорацій в умовах Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник : науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016.– Вип. 96. – С. 31-40.

39. Вожегова Р.А. Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 5-8.

40. Возделывание семенной люцерны на орошаемых землях юга Украины: метод. указ. / сост.: В.И.Остапов, Б.И.Лактионов, В.А.Писаренко и др. – Киев: Наук. думка, 1984. – 52 с.

41. Волощук В.М. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти / В.М. Волощук. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 117 с.

42. Гамаюнова В.В. Зміни родючості тривало зрошуваного темно-каштанового ґрунту та ефективність добрив в умовах півдня України / В.В. Гамаюнова, О.В. Сидякіна // Современные достижения в науке и

образовани. – Сборник трудов V Международной научной конференции (27 сентября – 4 октября 2011 г., г. Нетания, Израиль). – Том 1. – Нетания, 2011.– С. 143-145.

43. Гамаюнова В.В. Удобрення під урожай – 2012 / В.В. Гамаюнова // The Ukrainian Farmer – К.: Жовтень, 2011. – С. 40-42.

44. Гарюгин Г.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур / Под ред. Б.А.Шумакова. – М.: Колос, 1979. – 269 с.

45. Географічна енциклопедія України: В 3 т./ Редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К.: "Українська енциклопедія" ім. М.П. Бажана, 1989. – Т. 1: А – Ж. – 416 с.

46. Географічна енциклопедія України: В 3 т. / редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К.: "Українська енциклопедія" ім. М.П. Бажана, 1990. – Т. 2: З – О. – 480 с.

47. Географічна енциклопедія України: В 3 т./ Редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К.: "Українська енциклопедія" ім. М.П. Бажана, 1993. – Т. 3: П – Я. – 480 с.

48. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями: навчальний посібник / [В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.В. Колесніков, В.І. Ляшевський, О.П. Тищенко] – Херсон: ЛТ-Офіс, 2010. – 378 с.

49. Геркіял О.М. Агрохімія : навчальний посібник / О.М. Геркіял, Г.М. Господаренко, Ю.В. Коларьков. – Умань, 2008. – 300 с.

50. Голобородько С.П. Шляхи зниження енерговитрат при вирощуванні кормових культур у степовій зоні України при зрошенні / С.П. Голобородько, В.А. Ковтун // Таврійський науковий вісник : Зб. наук. пр. Херсонського державного аграрного університету. – 2002. – Вип. 24. – С. 186-191.

51. Гордійчук А.С. Економіка і організація діяльності водогосподарських підприємств / А.С. Гордійчук, О.А. Стахів. - Рівне: РДТУ, 2000. - 272 с.

52. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив: монографія / Г.М. Господаренко – К.: Неглава, 2002. – 342 с.

53. Григоров М.С. Высокоэффективное внутрипочвенное орошение /

М.С. Григоров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса.– 2010. – № 1(17). – С. 3-5.

54. Грингоф И.Г. Агрометеорология / И.Г. Грингоф, В.В. Попова, В.Н. Страшный. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 310 с.

55. Грициенко В.Г. Способ оценки агроэкологической устойчивости мелиорируемых агроландшафтов / В.Г. Грициенко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 24-26.

56. Губайдуллин Х.Г. Люцерна на корм и семена / Х.Г. Губайдуллин, Р.С. Еникеев. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 111 с.

57. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства : підручник / В.П. Гудзь, І.Д. Примак та ін. – К.: Центр учбової л-ри, 2007. – 334 с.

58. Гудзь В.П. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії : підручник / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко, М.Ф. Рибак / за ред. В.П. Гудзя. Друге видання, перероблене та доповнене. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.

59. Гулюк Г.Г. Роль орошения в производстве продовольствия: к итогам 18 конгресса МКИД / Г.Г. Гулюк, М.Г. Чуелов // Мелиорация и водное хозяйство.– 2002. - № 6. - С. 43-45.

60. Гусаров В.М. Статистика / В.М. Гусаров. - М.: ЮНИТИ-ДЛКА, 2012. - 463 с.

61. Дерпгольц В.Ф. Значение осадков метеорного стока как приходной статьи в балансе природных вод / В.Ф. Дерпгольц // Труды III всесоюзного гидрологического съезда. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – С. 93 – 98.

62. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища / В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Р.А. Яцюк. – Львів: Афіша, 2001.– С. 71-74.

63. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: Навчальний посібник / [Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В.] – Херсон: Айлант, 2008. – 272 с.

64. Діденко Н.О. Аналіз змін умов використання зрошення по районам

Херсонської області та їх класифікація / Н.О. Діденко //Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 77 ч. 2. – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – 316 с.

65. Дмитренко Л.В. Регіональні зміни прямої сонячної радіації / Л.В. Дмитренко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 16-21.

66. Добровольский Г.В. Итоги и задачи почвоведения на рубеже 20 и 21 веков / Г.В. Добровольский // Почвоведение. – 2001. – №2. – С. 133 – 137.

67. Дорогунцов С.І. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології) : монографія / С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, І.Л. Головинський. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. - 227 с.

68. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб.– М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

69. Еколого-агроекологічний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС : практикум / [Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В. та ін.]. – Херсон : ХДУ, 2004. – 163 с.

70. Електронні медіа у поміч агроному // Агрономіка. – 2014. – Вип. 1. – С. 9-10.

71. Ефективність використання зрошуваних земель / [Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В. та ін.]. – Херсон : Айлант, 2006. – 36 с.

72. Євграшкіна Г.П. Методичні аспекти прогнозування сольового режиму зрошуваних земель на прикладі Фрунзенського масиву/ Г. П. Євграшкіна, Т. В. Сібуль // Вісник Дніпропетровського університету. – 2012. – №32.– 59-63.

73. Єгоршин О.О. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами / О.О. Єгоршин, М.В. Лісовий. – Харків: Друкарня № 14, 2007. – 45 с.

74. Жаринов Е.М. Водосберегающие режимы орошения / Е.М. Жаринов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2007. – № 4(8). – С. 31-33.

75. Жарінов В.І. Люцерна / В.І. Жарінов, В.С. Ключ. – 2-е изд., перераб.

и доп. – К.: Урожай, 1990. – 320 с.

76. Жигулина Е.В. Повышение плодородия почв на орошаемых землях / В.П. Максименко, Т.Л. Волчкова // Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования : Сб. науч. трудов / под ред. акад. РАСХН Б. М. Кизяева. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – С. 426-442.

77. Жовтоног О.І. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства / О.І. Жовтоног, О.І. Кириєнко, І.К. Шостак // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 91. – С. 33-41.

78. Жовтоног О.І. Типізація територій за нормами водопотреби сільськогосподарських культур у зрошенні / О.І. Жовтоног, А.Ф. Салюк, Т.Ф. Деменкова, Л.А. Филипєнко // Водне господарство України. – 2000. – № 3-4. – С. 21-25.

79. Жуйков Г.Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних землях : монографія / Г.Є. Жуйков. – Херсон: Айлант, 2003. – 288 с.

80. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв. - М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.

81. Запорожченко В.Ю. Аналіз режимів зрошення посівів люцерни за даними різних методів розрахунку в лісостеповій зоні України / В.Ю. Запорожченко // Тези Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах». – Херсон, 2009. – С. 63 – 65.

82. Запорожченко В.Ю. Екологічно безпечний режим зрошення люцерни в умовах Лісостепу України / В.Ю. Запорожченко // Тези VI міжнародної молодіжної наукової конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI». – Дніпропетровськ, 2008. – С. 46-48.

83. Запорожченко В.Ю. Оцінка агрогідрометеорологічного методу розрахунку режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / В.Ю. Запорожченко // Тези Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських

меліорацій». – Дніпропетровськ, 2010. – С. 37.

84. Запорожченко В.Ю. Уточнення режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / В.Ю. Запорожченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – №2. – С.53–56.

85. Зубець М. Розвиток інноваційних процесів в агропромисловому виробництві / М. Зубець, С. Тивончук. – К.: Аграрна наук, 2004. – 192 с.

86. Иванов А.И. Люцерна / А.И. Иванов. – М.: Колос, 1980. – 350 с.

87. Иванов Ю.Н. Экономическая статистика : учебник / А.Р. Алексеев [и др.]; под ред. Ю.Н. Иванова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2008. – 736 с.

88. Игнатъев В.М. Моделирование продуктивности орошения на мелиоративных системах Северного Кавказа : автореф. дисс... доктора тех. наук: (06.01.02) / ФГОУ „НГМА” / В.М. Игнатъев. – Новочеркасск, 2008. – 47 с.

89. Ильинская И.Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе / И.Н. Ильинская. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. – 163 с.

90. Информационно-советующая система управления орошением / В.П. Остапчик, В.А. Костромин, А.М. Коваль и др. / под ред. В.П.Остапчика. – К.: Урожай, 1989. – 248 с.

91. Інноваційні домінанти сталого розвитку України / М.А. Хвесик, І.К. Бистряков. – К., 2011. – №2. – С. 188-199.

92. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 344 с.

93. Коваленко П.І. Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на зрошуваних системах / П.І. Коваленко, О.І. Жовтоног // Вісн. аграр. наук. – 2005. – №11. – С. 5-10.

94. Коваленко П.І. Наукове обґрунтування розвитку зрошення земель в Україні / П.І. Коваленко, М.І. Ромащенко, С.А. Балюк // Вісник аграрної

науки.– 2007. – №8. – С. 5-11.

95. Ковальов М.М. Переушільнення ґрунтів – проблема сьогодення / М.М. Ковальов, Ф.П. Топольний // III-й Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю. Зб. наук. статей. – Т.2. – Вінниця: 2011. – С. 493-496.

96. Козир Л.С. Оцінка ефективності використання водних ресурсів в зрошуваному землеробстві (на прикладі Черкаської області) / Л.С. Козир // Вісник Сумського державного університету. – 2006. –№ 7(91). – С. 175-182.

97. Коковіхін С.В. Актуальні напрями використання інформаційних технологій в сучасному зрошуваному землеробстві / С.В. Коковіхін, К.С. Лисогоров, Л.В. Бояркіна // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 51. – С. 31-37.

98. Коковіхін С.В. Проблеми інноваційного розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва, В.Г. Пілярський // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» присвяченій 130-річчю появи сільськогосподарської дослідної справи як організації та створення Полтавського дослідного поля (22 травня 2014 р.). – К.: Корзун, 2014 р. С. 259.

99. Колотий А.В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Украине / А.В. Колотий // Індуктивне моделювання складних систем. – 2012. – Вип. 4. – С. 92-101.

100. Комплексна програма розвитку зрошення та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів Херсонської області на період до 2015 року / [Ромашенко М. І., Малярчук М. П., Лисогоров К. С., Коковіхін С. В. та ін.] – К.: Держводгосп України, 2007. – 17 с.

101. Костяк М.М. Атлас родючості ґрунтів Херсонської області України: Інформаційно-аналітичний збірник / Костяк М.М., Пелих В.Г., Базалій В.В., Морозов В.В., Лазер П.Н., Греков В.О., Морозов О.В. – Херсон: вид-во «Олді-плюс», 2011. – 108 с.

102. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М. :

Сельхозгиз. – 1961. – Т. 1. – 808 с.

103. Лавриненко Ю.О. Наукові підходи до розробки інноваційних методів планування та оперативного управління зрошенням на локальному рівні господарств / Ю.О. Лавриненко, Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін // Посібник українського хлібороба. – К., 2012. – Т. 2. – С. 67-71.

104. Лисик Г.А. Основи меліорації і ландшафтознавства / Г.А. Лисик, Б.Б. Куликовський. - К.: Агросвіт, 2005. – 462 с.

105. Лисогоров К.С. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами / К.С. Лисогоров, В.А. Писаренко // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2007. – Вип. 49. – С 49-52.

106. Литовченко А.Ф. Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография / А.Ф.Литовченко. - Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 244 с.

107. Литовченко А.Ф. Агрогидрометеорологический метод расчета ресурсосберегающих режимов орошения сельскохозяйственных культур в Степи и Лесостепи Украины / А.Ф. Литовченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2003. – № 1. – С. 19–23.

108. Литовченко А.Ф. Выбор периода наблюдений для расчета нормы запасов почвенной влаги под посевами сельскохозяйственных культур в степной зоне Украины / А.Ф. Литовченко, В.И. Доценко, Л.Н. Рудаков, А.В. Ткачук // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2001. – №1. – С. 78-84.

109. Литовченко А.Ф. Ресурсы почвенной влаги Днепропетровской области / А.Ф. Литовченко. – Днепропетровск, 2001. – 234 с.

110. Литовченко А.Ф. Уточнение режимов увлажнения посевов люцерны в степной зоне Украины / А.Ф. Литовченко, В.Ю. Запорожченко // Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и

Лесостепи Украины: монография. – Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011. – С. 55-59.

111. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов / А.Ф. Литовченко. – К.: Вища школа, 1986. – 188 с.

112. Литовченко О.Ф. Агрогідрометеорологічний метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур у степовій та лісостеповій зонах України / О.Ф. Литовченко // Таврійський науковий вісник.–2007. – Вип. 52. – С. 223-230.

113. Литовченко О.Ф. Новый ресурсозберігающий метод розрахунку режимів зрошення сільськогосподарських культур у степовій та лісостеповій зонах України / О.Ф. Литовченко // Таврійський науковий вісник. – 2005. – Вип. 41. – С. 83-92.

114. Литовченко О.Ф. Оптимізація режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в степовій зоні України / О.Ф. Литовченко, В.Ю. Запорожченко // Использование ГИС-технологий при нормировании водопользования в орошаемом земледелии и в экологическом мониторинге. Материалы 4-й Международной научно-методической конференции. Сборник научных работ. –2008. – С. 65-74.

115. Лихацевич А.П. Выбор способа орошения сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич, Г.В. Латушкина, А.А. Левкевич // Мелиорация.— 2015. – № 2(74) – С 34-47.

116. Ліньков В.Ф. Зрошення люцерни та його ефективність в зв'язку з щілюванням на каштанових ґрунтах півдня України / В.Ф. Ліньков // Ефективне використання зрошуваних земель. Розробки вчених ХДАУ, що рекомендуються до впровадження з метою підвищення ефективності використання зрошуваних земель. – Херсон: Айлан, 2002. – С. 88.

117. Лупашку М.Ф. Люцерна / М.Ф. Лупашку.– М.: Агропромиздат, 1988. – 250 с.

118. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия / А.А. Лучшева – Л.:

Гидрометеиздат, 1983. – 423 с.

119. Люцерна / изд. 2-е, испр. и доп. Сост. М.И. Тарковским. – М.: Колос, 1974.– 240 с.

120. Максименко В.П. Оптимизация режима орошения люцерны на южных черноземах / В.П. Максименко, А.Б. Балкизов, Т.Л. Волчкова // Мелиорация и водное хозяйство.– 2000 – № 2. – С.42–44.

121. Малярчук М.П. Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово-екологічний підзона України / М.П. Малярчук, Р.А. Вожегова. – Херсон: Айлант, 2012. – 180 с.

122. Медведев В.В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова, Л.В. Донцова. – Х.: Апостроф, 2011. – 224 с.

123. Медведев Г.А. Многолетние травы при орошении / Г.А. Медведев. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 176 с.

124. Меліоративні системи і споруди. ДБН В.2.4-1-99. – К.: Держбуд України, 2000. – 180 с.

125. Меліхова В.Ю. Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах Північного Степу України / В.Ю. Меліхова // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 52. – С. 382–386.

126. Меліхова В.Ю. Подовження статистичних рядів інструментальних вимірювань ґрунтових вологозапасів під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / В.Ю. Меліхова // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К., 2007. – С. 14-16.

127. Мельников М.М. Интенсивное производство кормов на орошаемых землях / М.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1985. – 159 с.

128. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін.; за ред. Р.А. Вожегової. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 286 с.

129. Методичні рекомендації з планування та оперативного управління режимами зрошення в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, Лавриненко Ю.О., П.В. Писаренко, І.М. Біляєва. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 64 с.
130. Методичні рекомендації по застосуванню водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур / [В.А. Писаренко, С.В. Коковіхін, І.Т. Іванов, О. П. Тищенко та ін.]. – Херсон : Айлант, 2002. – 32 с.
131. Минасов М.Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий / М.Ш. Минасов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 55-56.
132. Назаренко І.І. Грунтознавство: підручник / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Нікорич. – Чернівці: Книги – XXI, 2008. – 400 с.
133. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, В.А. Сташука. – К.: Аграрна наука, 2009. – 624 с.
134. Научно-обоснованная система земледелия Днепропетровской области / Коллектив авторов. – Днепропетровск: Облполиграфиздат, 1988. – 336 с.
135. Научно-обоснованная система кормопроизводства Днепропетровской области / А.М. Велькал, В.С. Циков, А.И. Ливенский и др. – Днепропетровск: Промінь, 1987. – 206 с.
136. Національний атлас України. – К.: Картографія, 2007. – 440 с.
137. Новикова А.В. О проявлении и особенностях солонцовых свойств в почвах степной и сухостепной зон юга Украины / А.В. Новикова // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 811-822.
138. Носенко Ю. Несколько слов о люцерне / Ю. Носенко // Зерно. – 2007. – С. 34-36.
139. Організація кормової бази і виробництво кормів / І.П. Проскура, Г.П. Квітко (упоряд.), П.С. Макаренко, В.І. Остапов та ін. / за ред. І.П. Проскури. – К.: Урожай, 1982. – 232 с.
140. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навч. посіб. /

В.В. Морозов. – Херсон. держ. аграр. ун-т. – Херсон, 2008. – 63 с.

141. Пендак Н.В. Екологічно безпечне зрошення на основі оперативного планування поливних режимів / Н.В. Пендак // Екологічний вісник. – 2004. – № 5. – С. 6-8.

142. Перекрестов М.В. Режим орошения люцерны при различных способах полива в Волго-Ахтубинской пойме / М.В. Перекрестов // Эколого-мелиоративные аспекты научно-производственного обеспечения АПК. – М.: Современные тетради, 2001. – С. 256-258.

143. Перехрест С.М. Орошение земель Юга Украины / С.М. Перехрест. – К.: Изд-во Академии наук ССР, 1962. – 275 с.

144. Петрук А.В. Продуктивность люцерны на корм и семена / А.В. Петрук // Аграрна наука.– 2008. – № 2. – С. 16-18.

145. Пилипенко І.О. Просторовий аналіз антропогенної перетвореності ландшафтів Херсонської області / І.О. Пилипенко, Р.С. Молікевич // «Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні». Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 14-16 листопада 2012 року. – м. Миколаїв: КП «Миколаївська обласна друкарня», 2012. – С. 60-63.

146. Писаренко В. А. Рекомендації з водозберігаючих режимів зрошення в зоні діяльності Каховського управління водного господарства / В.А. Писаренко, С. В. Коковіхін, П. В. Писаренко. – Херсон: ІЗПР, 2006. – 20 с.

147. Писаренко В.А. Ефективність зрошення сільськогосподарських культур / В.А. Писаренко // Підвищення ефективності використання зрошуваних степових ландшафтів. – Херсон: Колос, 2003. – С. 6-7.

148. Писаренко В.А.. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / В.А.Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р. Йокич. – К.: Урожай, 1988. – 96 с.

149. Полупан М.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб / Полупай М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.Г., Величко В.А. – К.: Колообіг, 2005. – 304 с.

150. Полупан М.І. Номенклатура та діагностика еколого-генетичного статусу ґрунтів України для великомасштабного їхнього дослідження /

М.І. Полупан, В.А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2014. – 496 с.

151. Процеров А.В. О коэффициенте усвоения почвой осадков, выпавших в районе орошения Юга Украины и Северо-Крымского канала / А.В. Процеров // Метеорология и гидрология. –1952. – №5. – С. 18-22.

152. Рабінович В.М. Люцерна / В.М. Рабінович, В.І. Жарінов. – К.: Урожай, 1973.– 160 с.

153. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: колективна монографія / за ред. акад. НААН С.А. Балюка, чл.-кор. АЕНУ А.В. Кучера. – Х.: Смугаста типографія, 2015. – 432 с.

154. Рекомендации по выращиванию семян люцерны в условиях орошения южной Степи Украины / В.И. Остапов, Б.И. Лактионов, В.А. Писаренко и др. – Херсон, 1984. – 71 с.

155. Рекомендації з науково обґрунтованого вирощування люцерни на корм і насіння / О.Й. Геллер. – Дніпропетровськ, 2004. – 44с.

156. Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественский, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.

157. Розгон В. Шляхи покриття затрат на експлуатацію міжгосподарських зрошувальних систем / В. Розгон, О. Жовтоног, Л. Філіпенко, І. Шостак, А. Салюк, В. Поліщук // Водне господарство України. – 2010. – №4. – С. 10-14.

158. Ромащенко М.І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату / Ромащенко М.І., Собко О.О., Савчук Д.П. та ін. // Наукова доповідь-інформація. – К., 2003. – 46 с.

159. Рослинництво : підручник / Базалій В.В., Зінченко О.І., Лавриненко Ю.О., Салатенко В.Н., Домарацький Є.О. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 520 с., іл.

160. Сейтказиев А.С. Экологическая оценка мелиоративного режима засоленных почв орошаемых геосистем / А.С. Сейтказиев, Ю.И. Винокуров, Л.А. Альжанова // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 1 (20). – 100-102.

161. Семенова І.Г. Моделювання врожайності ярого ячменю в Україні з використанням супутникових вегетаційних індексів // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2015. – Вип. 267. – С. 96-101.

162. Силва Ж.Г. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство / Ж.Г. Силва, К.Ф. Нвазе, Э. Казин // ФАО ООН. – Рим, 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://www.fao.org/3/a-i4951r.pdf>.

163. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області.– Дніпропетровськ: Інститут зернового господарства, 2005. – 432 с.

164. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка.– К. : Аграрна наука. 2002. – 146 с.

165. Скорупський Б.В. Застосування агрометеорологічної моделі урожайності для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в Україні / Б.В. Скорупський // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 381-388.

166. Сніговий В.С Економічні важелі еколого-безпечного ведення землеробства на зрошуваних землях Південного Степу / В.С. Сніговий, Г.Є. Жуйков, О.М. Димов // Агроекологічний журнал. – К., 2003. – С. 32-37.

167. Сніговий В.С. Режим зрошення і удобрення при вирощуванні люцерни на насіння / В.С. Сніговий, С.П. Голобородько // Вісник аграрної науки. – 2006.– №11. – С.34–35.

168. Соловьев Б.Ф. Летние посевы люцерны, эспарцета и многолетних злаковых трав / Б.Ф. Соловьев. – М.: Изд-во Мин-ва с.-х. СССР, 1952. – 75 с.

169. Сухарев И.П. Регулирование и использование местного стока / И.П. Сухарев. – М.: Колос, 1976. – 272 с.

170. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. П.І. Коваленка. - К.: Аграрна наука, 2001. – 215 с.

171. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю.О. Тараріко

// Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. – К.: ДІА, 2011. – 576 с.

172. Тен А.Г. Кормопроизводство / А.Г. Тен. – М.: Колос, 1982. – 463 с.

173. Технология производства люцерны / пер. с болгарского Г.Ф.Карасева; под ред. Е.В.Виноградовой. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.

174. Тищенко А.П. Управление режимами орошения сельскохозяйственных культур по инструментальному методу : монографія / А.П. Тищенко. – Симферополь: Таврия, 2003. – 240 с.

175. Уланова Е.С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е.С. Уланова, В.Н. Забелин. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 207 с.

176. Уолтон Питер Д. Производство кормовых культур / пер. с англ. И.М.Спичкина; Под ред. А.Н.Лихачева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 286 с.

177. Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС-технологій: навч. посібник / В.В. Морозов, П.П. Надточій, Т.М. Мислива та ін. / за ред. проф. В.В. Морозова. – Херсон: Вид-во. ХДУ. – 2007. – 287 с.

178. Ушкаренко В.О. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України / В.О. Ушкаренко, І.І. Андрусенко, Ю.В. Пилипенко // Таврійський науковий вісник. – 2005. – Вип. 38. – С. 168-175.

179. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство / В.О. Ушкаренко. – К.: Урожай, 1994. – 326 с.

180. Ушкаренко В.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В.О. Ушкаренко, П.Н. Лазар, А.І. Остапенко, І.О. Бойко. – Херсон : Колос, 1997. – 21 с.

181. Філіпенко Л.А. Адаптація планів водокористування до змін кліматичних умов у зоні зрошення України / Л.А. Філіпенко, О.І. Жовтоног, Т.Ф. Деменкова // Водне господарство України - 2010. – № 4. – С. 23-29.

182. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник ; за ред. академіка УААН В.О. Ушкаренка [2-е вид., перероб. і доп.] / О.В. Харченко. – Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.

183. Хромов С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов. Изд. 2-е, испр. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 620 с.
184. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь / А.И. Чеботарев. Изд. 2-е, испр. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 306 с.
185. Чумак В.С. Продуктивність сівозмін у північному Степу / В.С. Чумак, О.І. Цилюрик // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – К., 2004. - № 1. – С. 34-38.
186. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко. – М.: Колос, 1967. – 353 с.
187. Шевченко О.Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства // Екогеологія України: навчальний посібник. – К.: Київський університет, 2011. - С. 267-287.
188. Шпак И.С. Обоснование водосберегающих режимов орошения для юга Украины / И.С. Шпак, Д.Р. Йокич, Ю.Н. Роговой и др. // Почвоведение. – 1992.– №8. – С.108–120.
189. Шумаков Б.Б. Гидромелиоративные основы лиманного орошения / Б.Б. Шумаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 216 с.
190. Эффективное использование засоленных земель Степного Крыма : монография / [В.А. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.В. Колесніков, В.И. Ляшевский, А.П. Тищенко]. – Херсон: Айлант, 2010. – 188 с.
191. Ясониди О.Е. Водосбережение при орошении / О.Е. Ясониди. – Новочеркасск, 2004. – 473 с.
192. Asfaw S. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research / S. Asfaw, G. Maggio // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2016. – 20 p.
193. Blake G.R. Methods of Soil Analysis / G.R. Blake, C.A. Black, ed. // American Society of Agronomy, Madison, Wisc. – 1965. Particle density. – Part I, Agronomy. – P. 371-373.
194. Carr E. Applying DPSIR to sustainable development. / E. Carr, P. Wingard, S. Yorty, M. Thompson, N. Jensen, J. Roberson // Sustain, Dev. World

Ecol. – 2007. – № 12. – P. 543-555.

195. Cavana R.Y. Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops. / R.Y. Cavana, E.D. Mares // *System Dynamics Review*. – 2004. № 20. P. 223-235.

196. CROPWAT 8.0 for Windows [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.fao.org/nr/water/2014/infores_databases_cropwat.html.

197. Didenko N.O. Problems analysis of anthropogenic impact on soil condition of the Southern Steppe of Ukraine. / N.O. Didenko // *Research Bulletin SWorld Modern scientific research and their practical application*. – 2013. – P. 101-106. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/e-journal/2227-6920/j213/20949-j21309>.

198. Doran J.W., Stamatiadis, S. & Haberern, J. 2002. Soil health as an indicator for sustainable management / J.W. Doran, S. Stamatiadis, J. Haberern // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. – 2002. – Vol. 88. – P. 107-110.

199. Drought-resistant soils optimization of soil moisture for sustainable plant production // SALES AND MARKETING GROUP FAO UN. – Rome, Italy. – 2007. – 96 p.

200. FAO. 2015. FAOSTAT. Online statistical database: Production. – [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.

201. Fischer R.A. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? / R.A. Fischer, D. Byerlee, G.O. Edmeades // *Australian Centre for International Agricultural Research*. – 2014. – No. 158. – P. 52-59.

202. Irrigation and food security [Электронный ресурс]. Режим доступа. - <http://www.fao.org/focus/e/spec1pr/SPro11-e.htm>.

203. Lowery B. Soil water parameters and soil quality / B. Lowery, W. Hickey, M. Arshad, R. Lal // *Methods for assessing soil quality*. Madison, WI.– 1996.– 143 p.

204. Manual on integrated soil management and conservation practices // *FAO Land and Water Bulletin*. – Rome, Italy. – 2000. Vol. 8. – 228 p.

205. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options / N. McCarthy // *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. – 2011. – P. 42-47.

206. Online service for optimum irrigation. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – http://www.metos.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=74.

207. Parvanak1 K. Investigation of different rates of organic fertilizers on the yield of alfalfa / K. Parvanak1, H. Chamheidar // *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. – 2014. – Vol. 4 (S3). – P. 1522-1525 [Электронный ресурс]. Режим доступа. - <http://cibtech.org/sp.ed/jls/2014/03/JLS-200-S3-220-PARVANAK-INVESTIGATION-ALFALFA.pdf>

208. Renault D. Multiple uses of water services in large irrigation systems. Auditing and planning modernization The MASSMUS Approach / D. Renault, R. Wahaj, S. Smits // *FAO Irrigation and drainage paper 67*. – Rome, 2013. – 203 p.

209. Richard G. Allen. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements / Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith // *FAO Irrigation and Drainage Paper*. – 1998. – № 56. – 300 p.

210. Sadras V.O. Yield gap analysis of field crops. Methods and case studies / Sadras V.O., Cassman K.G.G., Grassini P. and etc // *FAO Water Reports*. Rome, Italy. – 2015. – No. 41.-82 p.

211. Wagner W. A Method for Estimating Soil Moisture from ERS Scatterometer and Soil Data / W. Wagner, G. Lemoine, H. Rott // *Remote Sens. Environ.* – 1999. – Vol. 70. – P. 191-207.

212. Water as an economic good in irrigated agriculture: Theory and practice / Hellegers H.J.G.J, Perry C.J. // The Hague, Agricultural Economics Research Institute (LEI), 2004. Report 3.04.12; ISBN 90-5242. – P. 152-155.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ*Монографія*

1. Литовченко А.Ф. Уточнение режимов увлажнения посевов люцерны в степной зоне Украины / А.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография. – Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011.– С. 111-118 (*Формування баз даних показників водного режиму люцерни, проведення розрахунків, математична та статистична обробка експериментальних даних*).

Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Меліхова В.Ю.** Порівняння двох методів розрахунку режимів зрошення люцерни в умовах Південного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – №1. – С. 64-67.

3. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах Північного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Таврійський науковий вісник. – Вип. 52. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 382-386.

4. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – №2. – С. 53-56.

5. **Запорожченко В.Ю.** Визначення коефіцієнта абсорбції поливної води під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 38-39.

6. Ткачук А.В. Оцінка репрезентативності часових рядів для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни у північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – №3. – С. 44-49 (*Формування баз даних для оцінки репрезентативності часових рядів щодо динаміки водного режиму люцерни, проведення розрахунків, обробка експериментальних даних*).

7. Ткачук А.В. Оцінка впливу кліматичних умов на продуктивність люцерни в Північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2017. – №1. – С. 70-73 (*Узагальнення та обробка метеорологічних даних, встановлення математичних зв'язків між продуктивністю люцерни та погодними умовами*).

Стаття у закордонному виданні

8. **Запорожченко В.Ю.** Метод расчета водосберегающих режимов орошения люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю.Запорожченко** // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 1 (38). Том 24. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – С. 35-42.

Тези доповідей на наукових конференціях

9. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах північного Степу України / **В.Ю. Меліхова**// Тези Міжнародної науково-методичної конференції «Географічні інформаційні системи в аграрних університетах». – Херсон: Айлант, 2007. – С. 92-93.

10. **Меліхова В.Ю.** Подовження статистичних рядів інструментальних вимірювань ґрунтових вологозапасів під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Меліхова** // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні

сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2007. – С. 14-16.

11. **Запорожченко В.Ю.** Екологічно безпечний режим зрошення люцерни в умовах Лісостепу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези VI міжнародної молодіжної наукової конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI». – Дніпропетровськ: Інститут проблем природокористування та екології НАН України, 2008. – С. 46-48.

12. Литовченко О.Ф. Оптимізація режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в степовій зоні України / О.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Использование ГИС-технологий при нормировании водопользования в орошаемом земледелии и в экологическом мониторинге. Материалы 4-й Международной научно-методической конференции. Сборник научных работ. – Херсон, 2008. – С. 65-73 (*Розрахунки щодобових запасів вологи під посівами люцерни в степовій зоні України, статистична обробка одержаних даних*).

13. **Запорожченко В.Ю.** Аналіз режимів зрошення посівів люцерни за даними різних методів розрахунку в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах». – Херсон: РВВ "Колос", 2009. – С. 63-65.

14. **Запорожченко В.Ю.** Оцінка агрогідрометеорологічного методу розрахунку режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій». – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – С. 37-38.

15. Ткачук А.В. Метод расчета режима орошения фуражной люцерны в условиях Лесостепи Украины / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Тезисы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – С. 431-434 (*Формування баз даних агрометеорологічних*

показників, розрахунків, статистична обробка даних, встановлення кореляційних зв'язків, отримання математичних моделей).

16. **Запорожченко В.Ю.** Метод розрахунку режимів зрошення люцерни на насіння в умовах Південного Степу України / **В.Ю. Запорожченко**// Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою», - Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2013. – С.105-107.

17. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення зрошуваних норм люцерни на насіння в степовій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрямки розвитку сучасних систем землеробства», присвяченої 110-річчю від дня народження професора С.Д. Лисогорова: наукове видання. – Херсон: ВЦ «Колос» – Херсон: ВЦ "Колос", 2013. – С.345–348.

18. **Запорожченко В.Ю.** Удлинение статистических рядов инструментально измеренных ресурсов почвенной влаги под посевами люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю. Запорожченко** // Тезисы заочной международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы техносферной безопасности и природообустройства. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – С. 55-60.

19. **Запорожченко В.Ю.** Раціональне використання поливної води при проведенні зрошення посівів люцерни в умовах степової зони України/ **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки».– Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014.– С. 65.

20. **Запорожченко В.Ю.** Водозберігаючий метод розрахунку режимів зрошення посівів люцерни в умовах Степу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2014. – С. 16-18.

21. **Запорожченко В.Ю.** Просторовий розподіл зрошувальних норм посівів люцерни в умовах степової і лісостепової зон України / **В.Ю. Запорожченко** // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» – Дніпропетровськ: «Свідлер А.Л.», 2016. – С. 52-55.

Додаток А.2

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автори розробки (організація) Запорожченко Вікторія Юрїївна
(Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет)

Назва розробки: Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України
Протягом 2014-2016 рр. в ПП "Перемога АВК" Дніпропетровському районі Дніпропетровської області були впроваджені розробки водозберігаючих режимів зрошення люцерни здобувача Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.

Під час поливних сезонів протягом 2014-2016 рр. в господарстві проводився полив люцерни на площі 370 га дощувальними установками Valley 2x355x1250; Valley 2x355x1250; Valley 2x355x1250; Valley 2x250x1637; Valley 2x255x2385. При цьому на одній частині поля полив проводився за режимом зрошення, розробленим здобувачем, а на іншій частині поля використовувався поливний режим, рекомендований проектом експлуатації. У результаті проведених поливів отримали, що при застосуванні розроблених здобувачем режимів зрошення люцерни здійснюється економія водних ресурсів в середньому на 24%. При цьому урожайність люцерни суттєво не змінилася і була практично однакова в середньому за три роки на сіно – 8,5-11,5 т/га.

Представник господарства, в якому впроваджена розробка

Гіромехнік

Томашка Александра Юрїївна

(посада, ім'я, по батькові, підпис)



Представник автора розробки:

здобувач Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету Запорожченко Вікторія Юрїївна

(посада, ім'я, по батькові, підпис)

Додаток А.3



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
 ДНІПРОПЕТРОВСЬКЕ ОБЛАСНЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ
СОЛОНЯНСЬКЕ МІЖРАЙОННЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
 вул. Радянська, 2-Б, смт. Солоне Дніпропетровської області, 52400
 тел. 2 32 25, факс 3 05 84, e-mail: solmuvh@ukr.net, код ЄДРПОУ 03066761

16.12.2014 № 457/05-09

На _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дисертаційної роботи
 здобувача Запорожченко Вікторії Юрївни**

Результати дисертаційного дослідження Запорожченко В.Ю. на тему: «Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій і лісостеповій зонах України», представленого на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук, використані в практиці діяльності Солонянського міжрайонного управління водного господарства. А саме:

- при наданні консультацій з рекомендаціями щодо використання запропонованих водозберігаючих режимів зрошення люцерни;
- при розробці оперативного плану поливу з метою збільшення коефіцієнту використання води при зрошуванні люцерни;
- застосуванні на практиці запропонованих водозберігаючих режимів зрошення люцерни, як одного із шляхів реалізації державної політики у сфері раціонального використання водних ресурсів, тощо.

Застосування на практиці розроблених дисертантом методу сприятиме впровадженню у виробництво досягнень науки, нових технологій, а також передового досвіду роботи. Використання результатів дисертаційної роботи дозволяє максимально ефективно використовувати поливну воду, домагаючись при цьому її економії, не допускаючи перевитрат.

Начальник управління

В.А. ШЕВЧУК

Додаток А.4



Міністерство освіти і науки України
 ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 49000, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25,
 тел. (056) 744-81-32, факс (056) 744-08-67, 744-53-03
 E-mail: info@dsau.dp.ua, dneprddaev@ukr.net Web: www.dsau.dp.ua Код ЄДРПОУ 00493675

02.11.17 № 42-11-1328

На № _____ від _____

0006492

ДОВІДКА

про впровадження результатів науково-дослідної роботи
 здобувача Запорожченко Вікторії Юрївни
 у навчальний процес

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет підтверджує, що окремі положення результатів науково-дослідної роботи Запорожченко В.Ю., за темою кандидатської дисертації «Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України» запроваджуються в освітньому процесі і знайшли відображення в лекційних курсах при викладанні таких навчальних дисциплін: «Основи гідромеліорацій», «Меліорація земель», «Зрошуване землеробство з основами меліорації».

Перший проректор –
 Проректор з навчальної роботи

Онопрієнко Д.М.

Додаток А.5



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. В.В. ДОКУЧАЄВА

п/в Докучаєвське – 2, Харківський район, Харківська область, 62483, тел. (057) 709-03-00,
 факс (057) 709-03-10, E-mail: office@knau.kharkov.ua, код ЄДРПОУ 00493764

21.08.2017 № 1026/01-24

ДОВІДКА

**про впровадження результатів науково-дослідної роботи
 здобувача Запорожченко Вікторії Юріївни
 у навчальний процес**

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва підтверджує, що окремі положення результатів науково-дослідної роботи Запорожченко В.Ю., за темою кандидатської дисертації: «Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України», запроваджуються у навчальному процесі і знайшли відображення в лекційних курсах при викладанні таких дисциплін: «Сільськогосподарська меліорація», «Адаптивні системи землеробства».

Довідка видана для представлення в спеціалізовану вчену раду за місцем захисту дисертації.

Перший проректор



Шелудько Р.М.

Додаток А.6



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 65023, м. Одеса, вул. Пантелеймонівська, 13 Тел. 784-57-20 Факс 37-19-27
<http://osau.edu.ua>; ogsi@te.net.ua

№ 01-18/01-1834«06» листопада 2017 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів науково-дослідної роботи
 здобувача Запорожченко Вікторії Юрївни
 у навчальний процес

Окремі матеріали досліджень Запорожченко В.Ю., за темою кандидатської дисертації: «Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України», знайшли своє відображення при викладанні дисциплін «Кормовиробництво» й «Адаптивні системи землеробства» в Одеському державному аграрному університеті.

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту дисертаційної роботи як підтвердження використання на практиці одержаних у дисертаційній роботі результатів.

Перший проректор



Малашук О.С.

Додаток Б.1

Основні фізичні властивості ґрунтів лісостепової та степової зон України
(шар 0–70 см) [16]

Ґрунт	Об'ємна вага, т/м ³	Питома вага, т/м ³	Найменша вологоємність, % від маси ґрунту	Вологість в'янення, % від маси ґрунту
Чорнозем звичайний потужний середньогумусний	1,21	2,61	30,6	12,0
Чорнозем південний	1,27	2,63	25,6	11,7
Темно-каштановий солонцюватий	1,36	2,66	24,6	13,3
Сірий опідзолений	1,43	2,70	23,8	9,1
Темно-сірий	1,31	2,65	24,7	12,8
Чорнозем опідзолений	1,28	2,66	27,5	11,7
Чорнозем типовий потужний середньогумусний	1,25	2,64	33,3	18,1

Додаток Б.2

Місячна та річна кількість опадів (мм) в степовій та лісостеповій зонах України [4-10]

№ п/п	Назва станції	Місяць												За рік
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Лісостепова зона														
1	Білопілля (Сум.)	30	26	29	37	48	64	74	64	37	43	43	38	536
2	Гайсин	27	29	27	37	53	69	61	53	36	37	34	33	496
3	Ізюм	39	29	34	36	46	61	58	45	32	38	37	41	496
4	Жашків	25	26	24	38	52	68	63	54	38	38	34	31	491
5	Могилів-Подільський	23	23	24	36	62	65	65	59	38	34	33	29	491
Степова зона														
6	Асканія – Нова	21	18	21	27	40	43	52	36	28	34	27	26	373
7	Бердянськ	29	25	26	29	30	41	43	33	27	33	41	40	434
8	Ізмаїл	25	20	23	28	42	45	40	30	27	26	29	31	378
9	Знаменка	25	27	24	32	46	64	66	47	34	40	34	32	471
10	Кривий Ріг	22	20	27	30	46	65	48	33	25	39	33	31	419
11	Одеса	20	16	21	28	33	44	44	40	28	36	34	32	398
12	Сарага	23	20	22	22	37	50	37	37	28	27	29	31	400
13	Синельникове	26	19	22	32	41	59	59	44	30	29	31	31	423

Додаток Б.3

Місячна та річна відносна вологість повітря (мб) в степовій та лісостеповій зонах України [4-10]

№ п/п	Назва станції	Місяць												За рік
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Лісостепова зона														
1	Білоп'лля (Сум.)	86	84	83	76	64	66	70	72	73	82	88	88	78
2	Гайсин	86	85	81	70	64	67	68	70	74	80	88	88	77
3	Ізюм	86	84	81	68	60	62	63	64	68	78	84	80	74
4	Жашків	86	84	81	69	63	66	68	68	72	80	86	87	76
5	Могилів-Подільський	81	80	75	64	61	65	64	68	71	76	82	84	73
Степова зона														
6	Асканія – Нова	88	86	80	72	68	63	56	56	64	76	87	89	74
7	Бердянськ	88	87	85	76	71	68	65	64	69	78	86	88	77
8	Ізмаїл	84	83	78	69	68	66	62	65	68	76	83	86	74
9	Знаменка	88	86	82	68	60	63	63	64	68	78	87	89	75
10	Кривий Ріг	87	86	82	66	60	61	59	58	62	75	85	88	72
11	Одеса	86	85	80	71	68	66	60	63	69	77	86	88	76
12	Сарата	84	83	78	74	68	67	63	64	70	76	84	87	74
13	Синельникове	87	75	82	68	60	62	60	60	64	76	80	88	72

Додаток Б.4

Норма переходу днів середньодобової температури повітря через 0; ± 5 ; 10; 15°C та тривалість періодів (дні) з температурою нижче і вище вказаних меж в степовій та лісостеповій зонах України [4-10]

№ п/п	Назва станції	Температура						
		-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C		
1	2	3	4	5	6	7		
Степова зона								
1	Асканія – Нова	–	7 Ш 3 XII 271	29 Ш 7 XI 223	21 IV 15 X 177	11 V 22 IX 134		
2	Бердянськ	–	12 Ш 3 XII 266	3 IV 8 XI 219	23 IV 20 X 180	9 V 25 IX 139		
3	Ізмаїл	–	17 II 23 XII 309	17 II 20 XI 248	12 IV 27 X 198	4 V 2 X 151		
4	Знаменка	21 II 28 XII 309	20 Ш 20 XI 244	6 IV 30 X 206	25 IV 6 X 163	18 V 12 IX 116		
5	Кривий Ріг	7 I 12 II 36	11 Ш 23 XI 257	2 IV 3 XI 215	21 IV 14 X 176	7 V 20 IX 136		
6	Одеса	–	5 Ш 9 XII 279	31 Ш 12 XI 226	24 IV 20 X 179	14 V 23 IX 132		

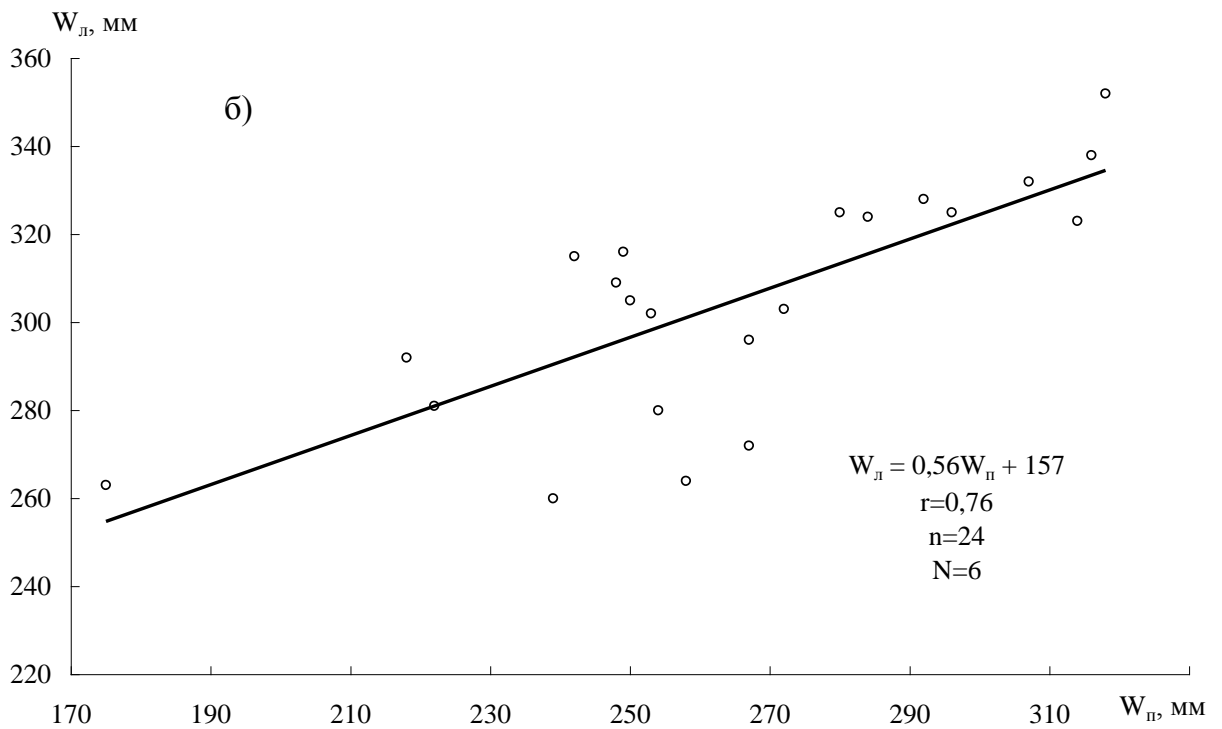
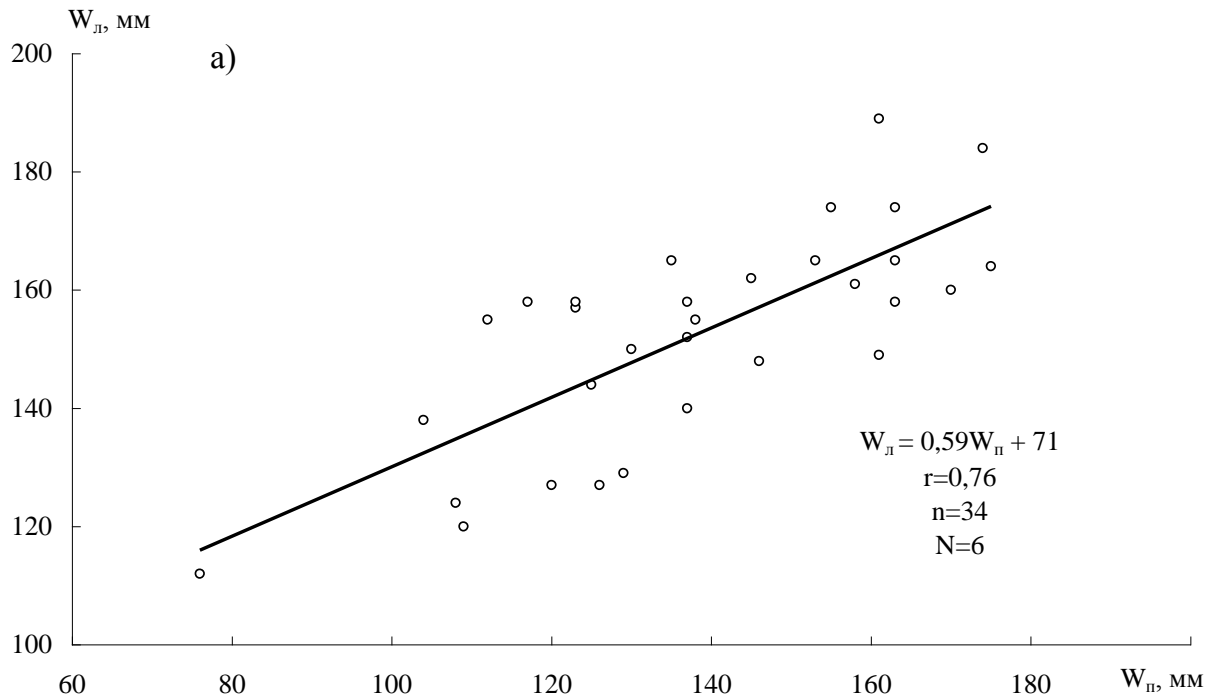
Продовження додатку Б.4

1	2	3	4	5	6	7
7	Сарага	- - -	2 Ш 17 XII 290	24 Ш 15 XI 236	18 IV 23 X 188	8 V 27 IX 142
8	Синельникове	23 XII 25 II 64	18 Ш 21 XI 248	6 IV 1 XI 209	24 IV 7 X 166	12 V 13 IX 124
Лісостепова зона						
1	Білопілля (Сум.)	29 XII 22 II 55	6 Ш 10 XII 278	5 IV 31 X 209	22 IV 10 X 171	10 V 15 IX 128
2	Гайсин	16 II 2 I 319	16 Ш 24 XI 252	6 IV 29 X 205	25 IV 8 X 165	20 V 9 IX 111
3	Ізюм	26 II 23 XII 299	18 Ш 21 XI 247	4 IV 28 X 206	21 IV 6 X 167	9 V 13 IX 126
4	Жашків	23 II 28 XII 307	20 Ш 20 XI 244	9 IV 26 X 199	28 IV 5 X 159	23 V 8 IX 107
5	Могилів-Подільський	- - -	6 Ш 3 XI 271	29 Ш 6 XI 221	19 IV 13 X 176	10 V 17 IX 129

Примітка: (-) означає, що стійкого переходу з середніми добовими температурами повітря нижче -5°C не спостерігалось

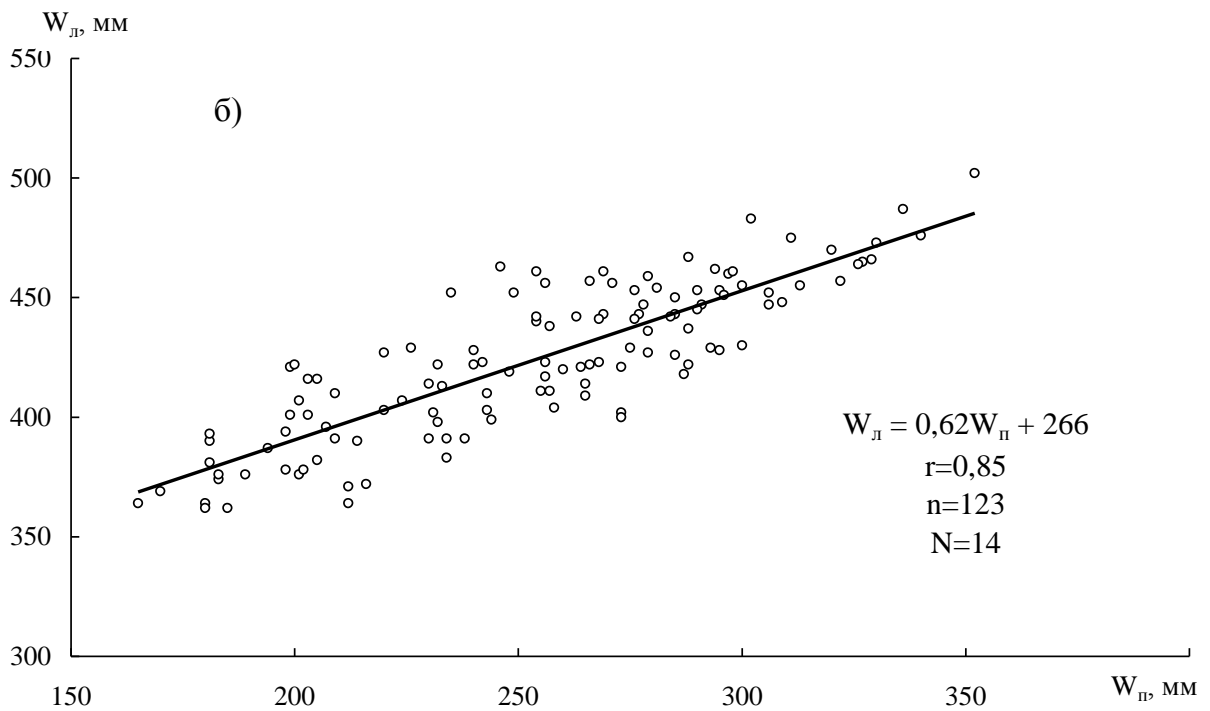
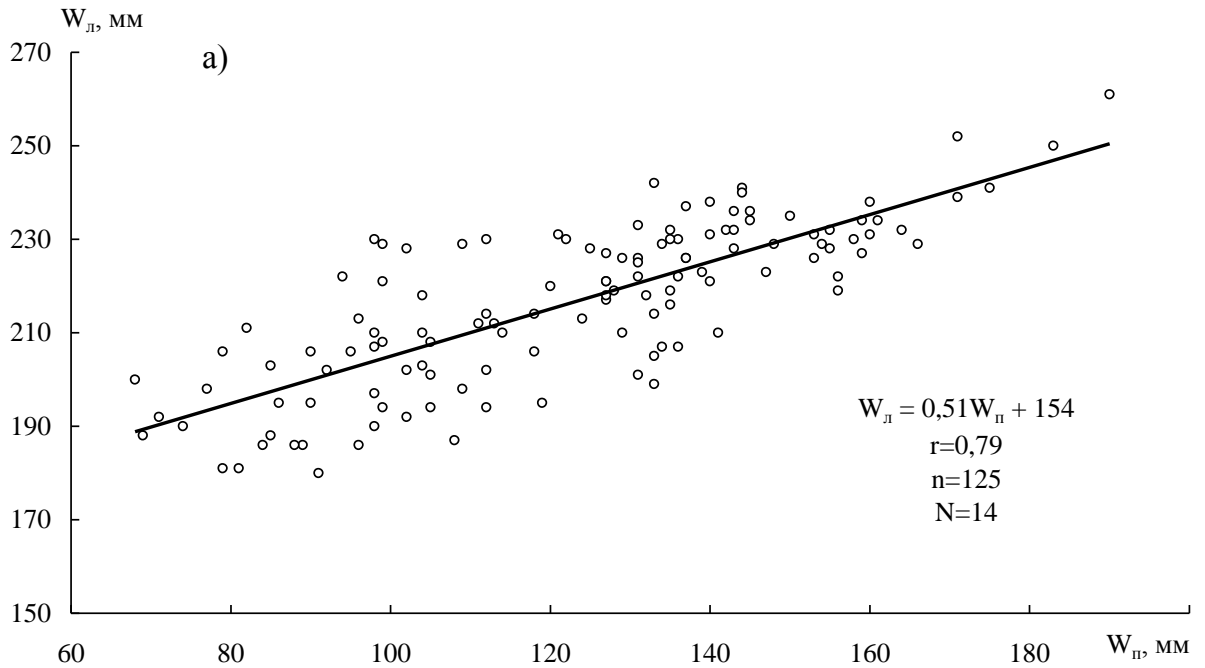
Додаток В.1

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та пшениці озимої по ГМС Апостолове в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



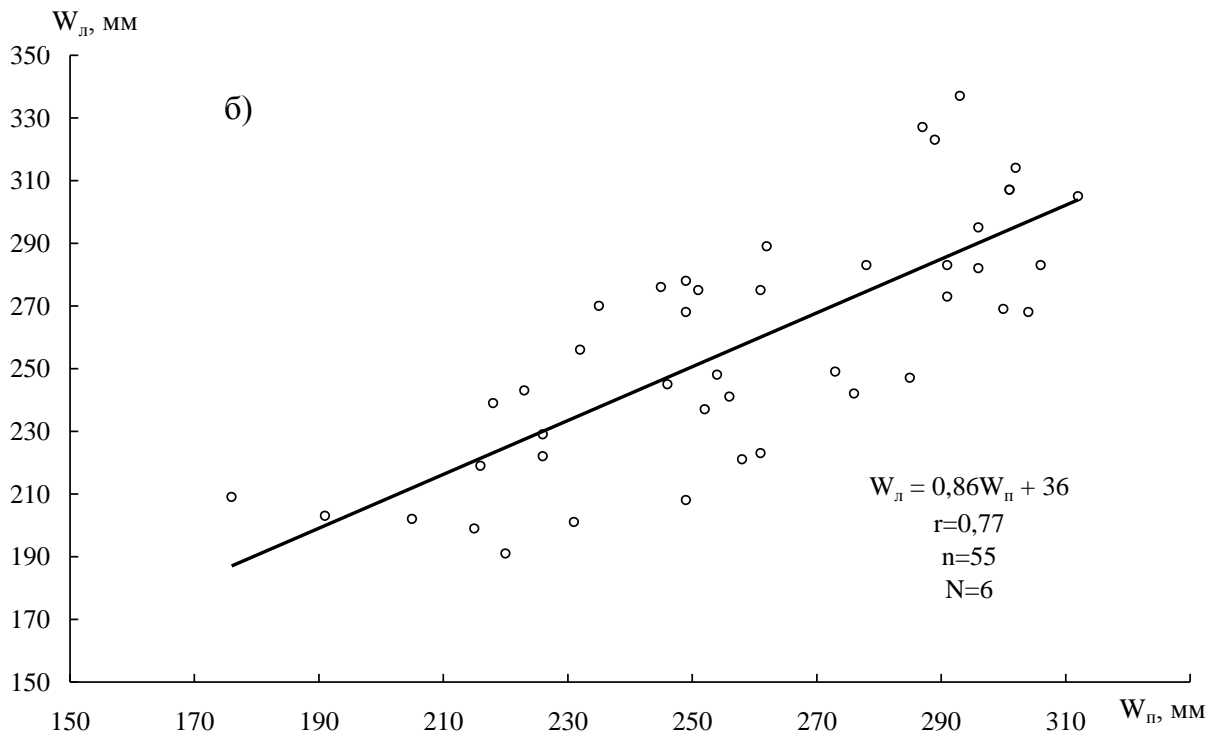
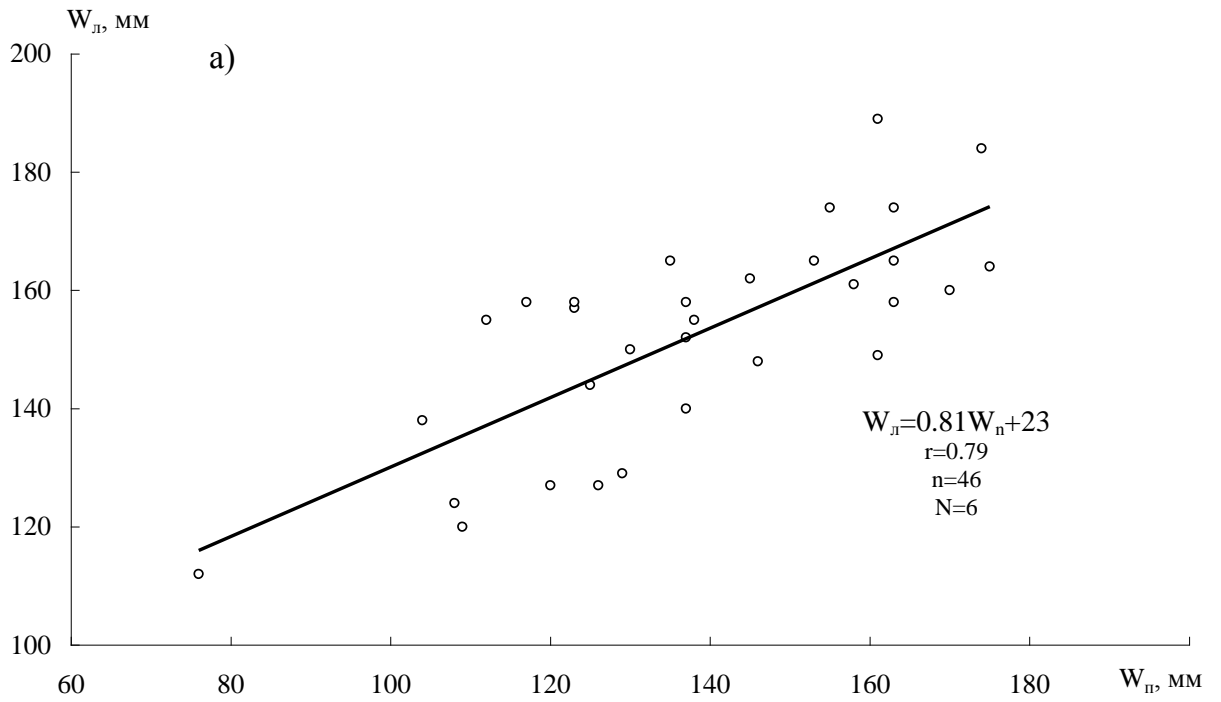
Додаток В.2

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Асканія–Нова в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



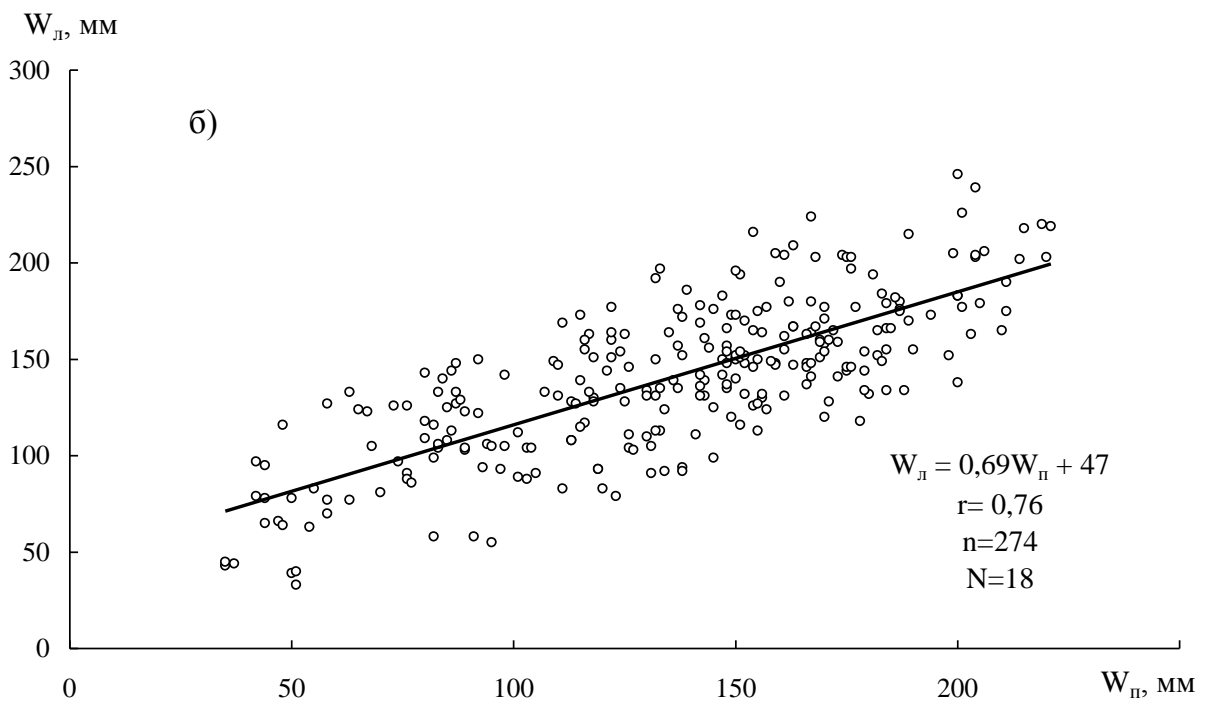
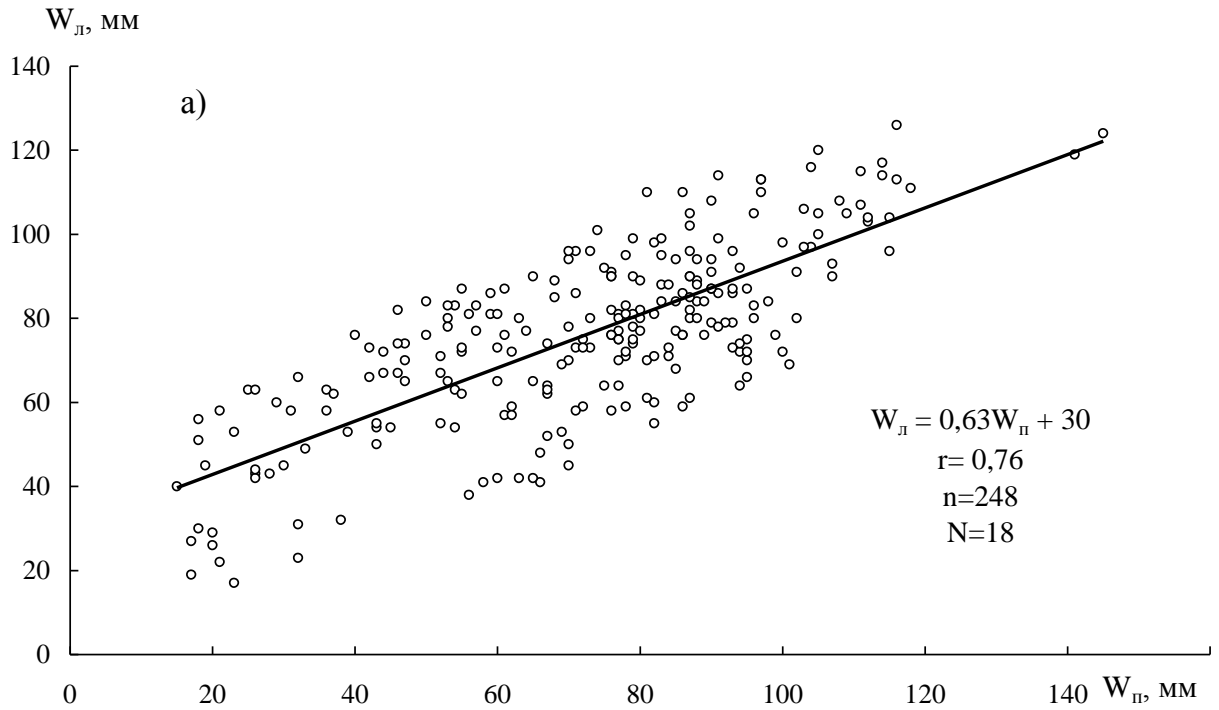
Додаток В.3

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Бердянськ в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



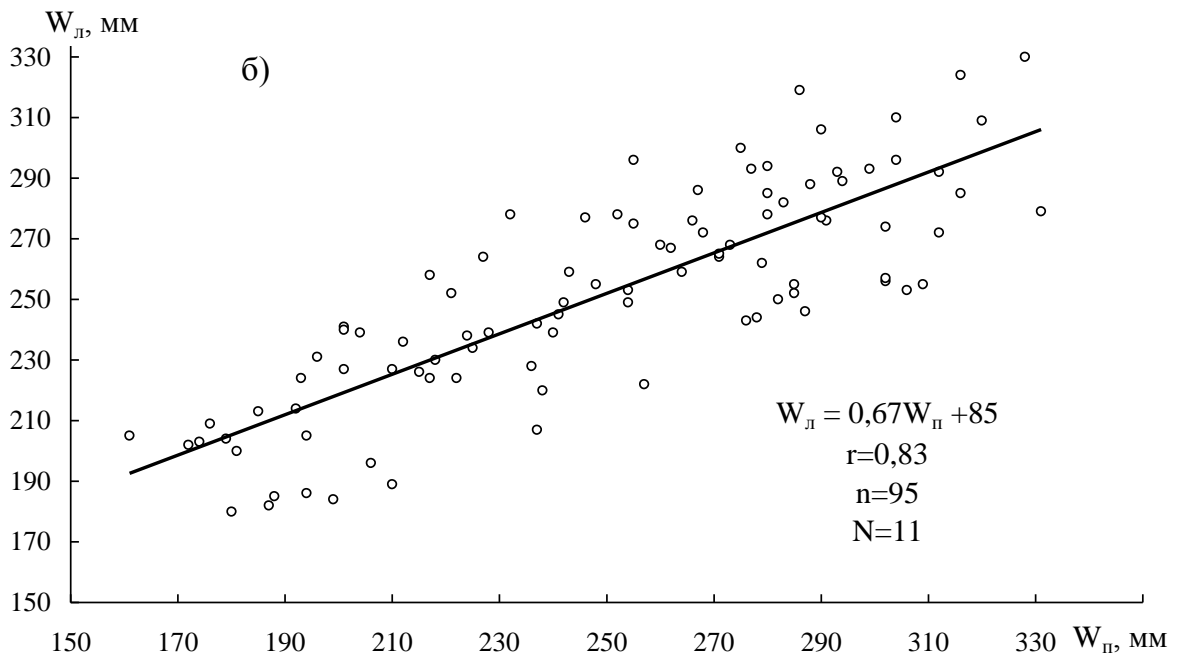
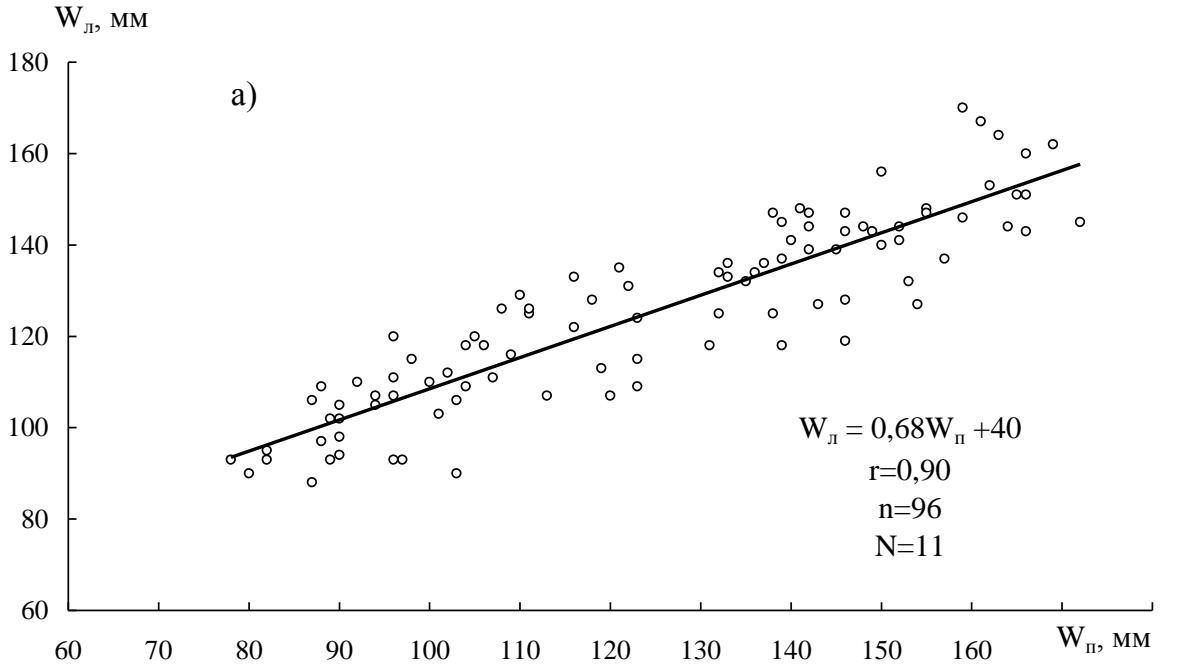
Додаток В.4

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Білопілья (Сум. обл.) в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



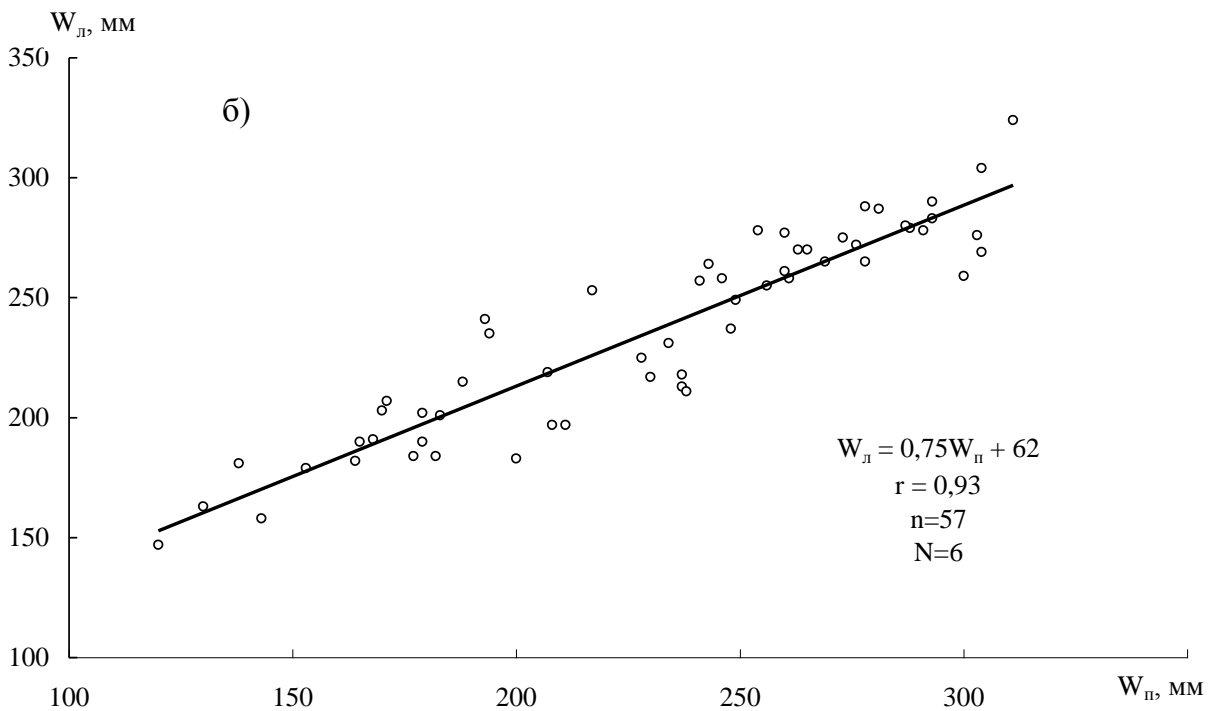
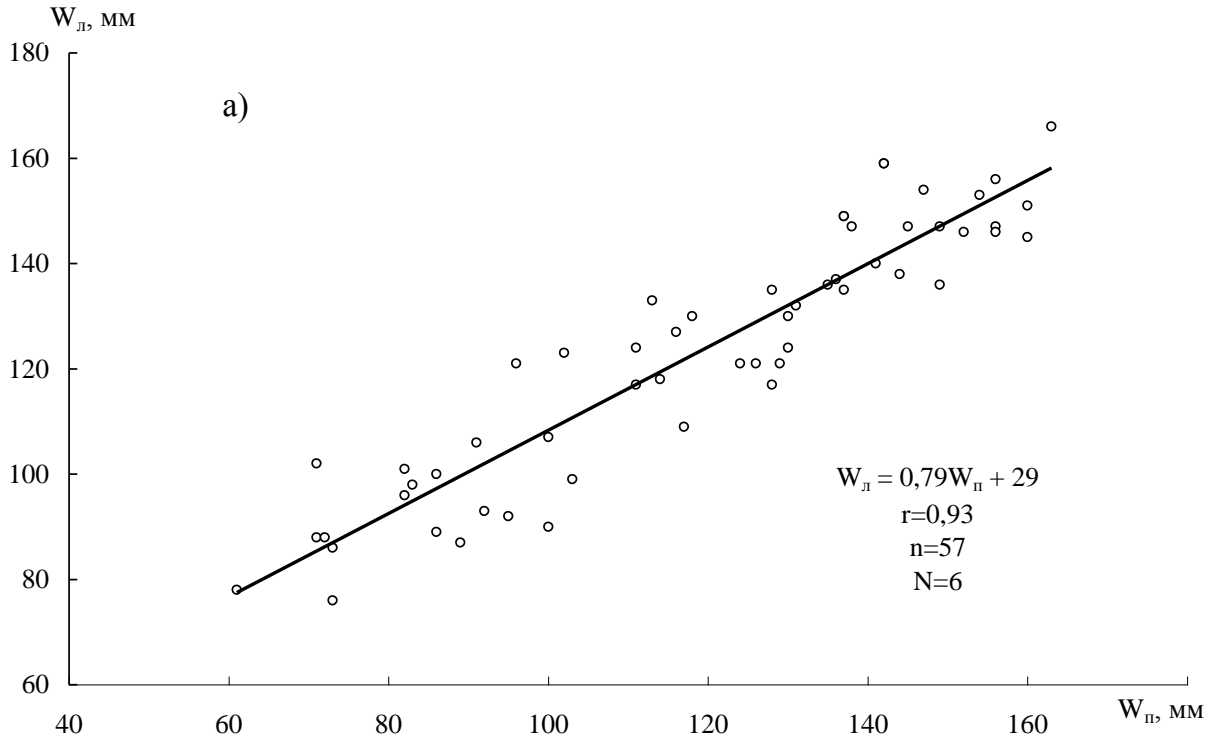
Додаток В.5

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Долинська в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



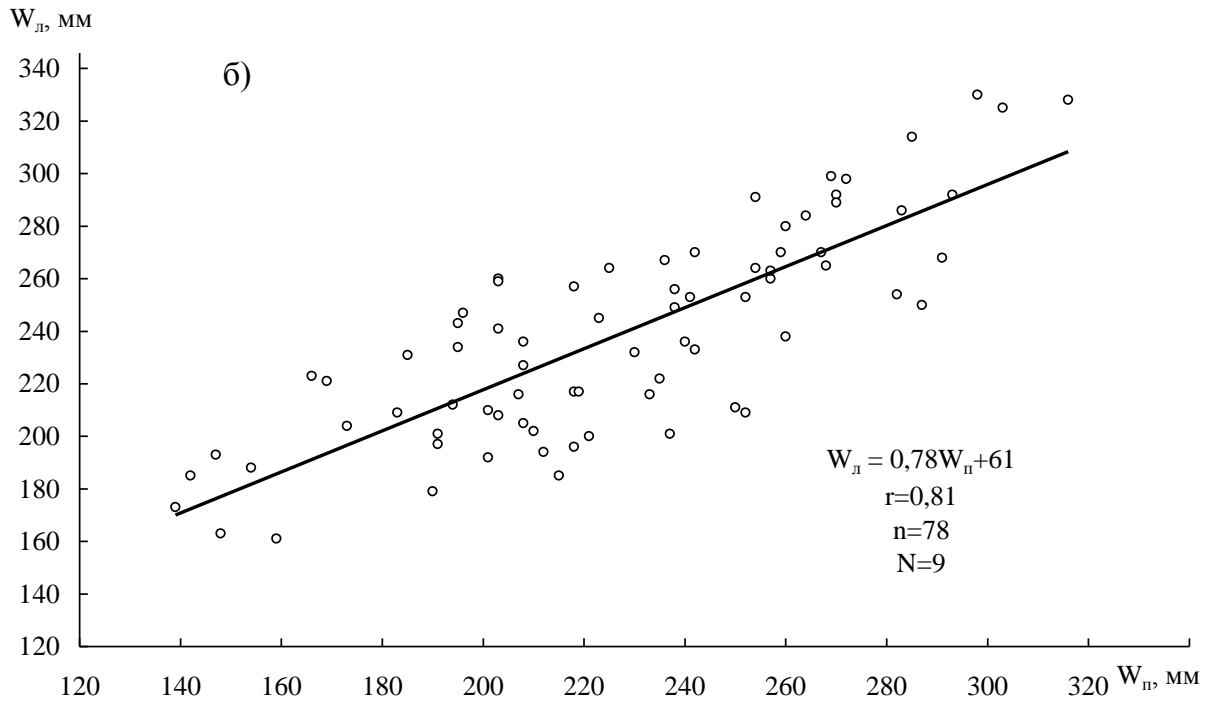
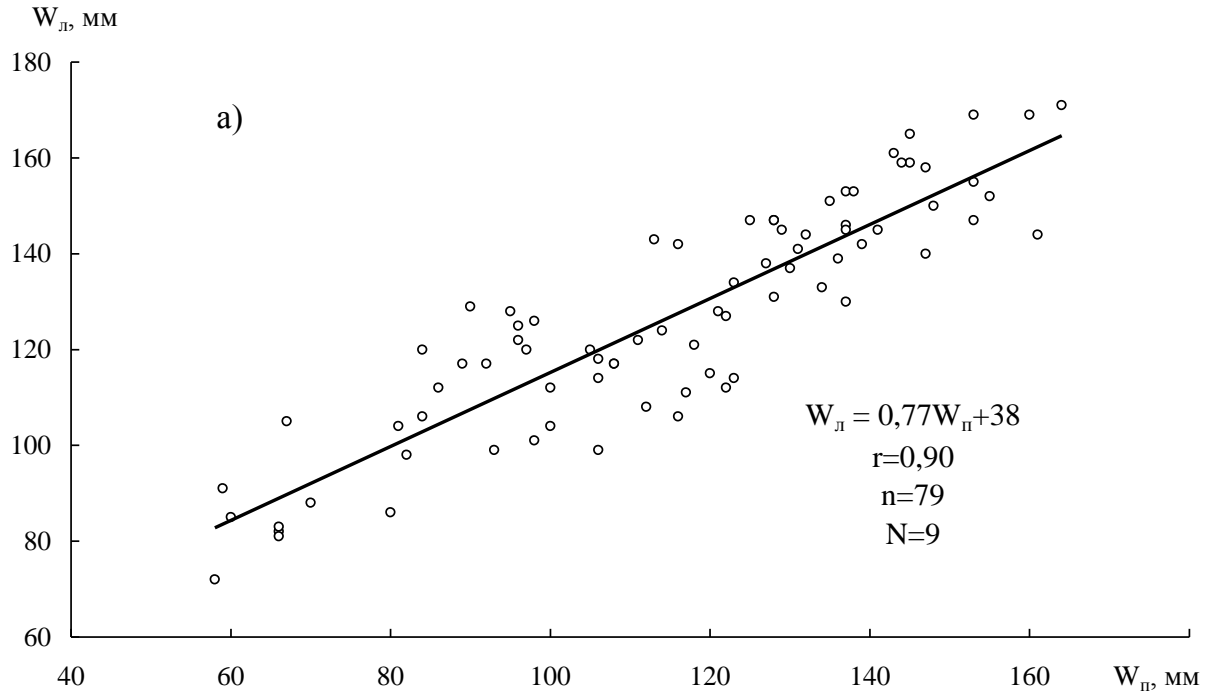
Додаток В.6

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Жашків в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



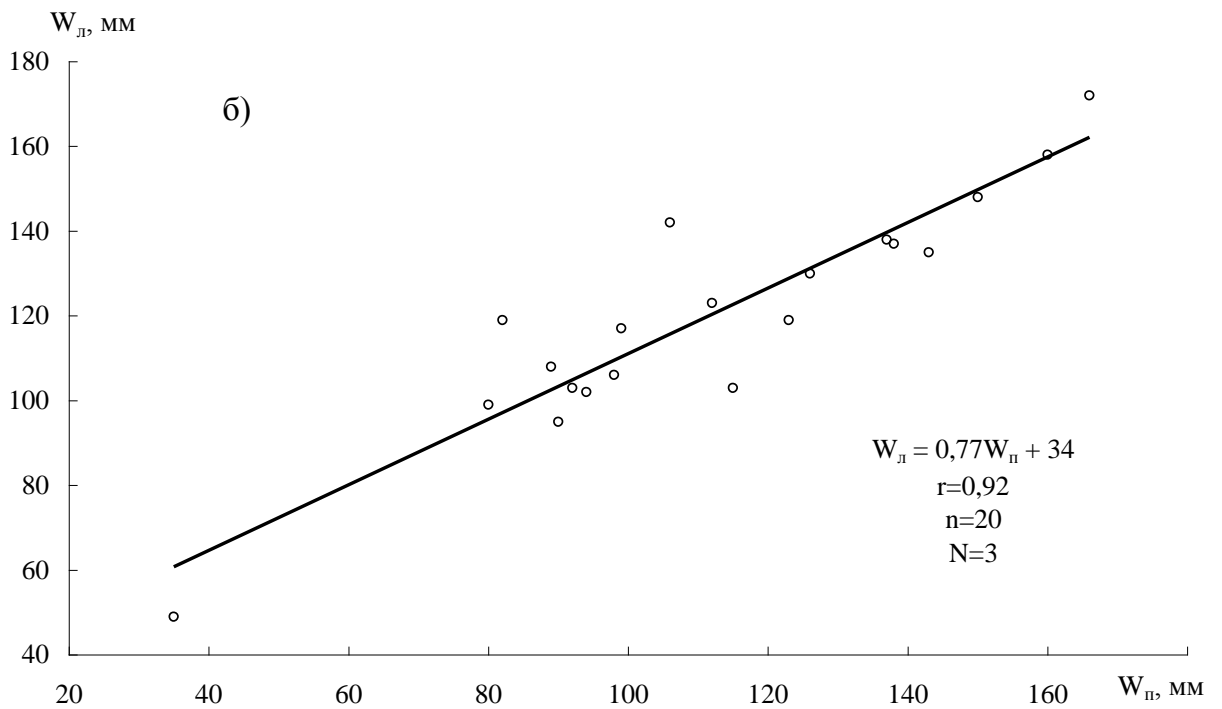
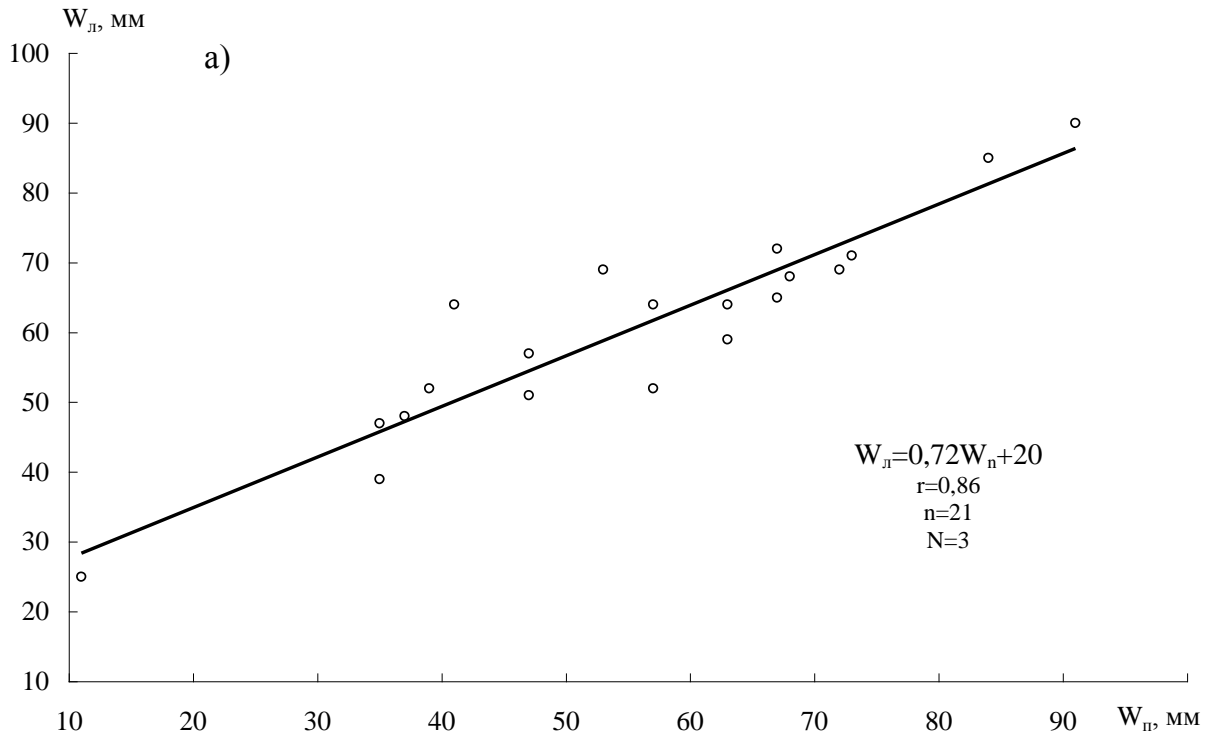
Додаток В.7

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС ім. Шевченко в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



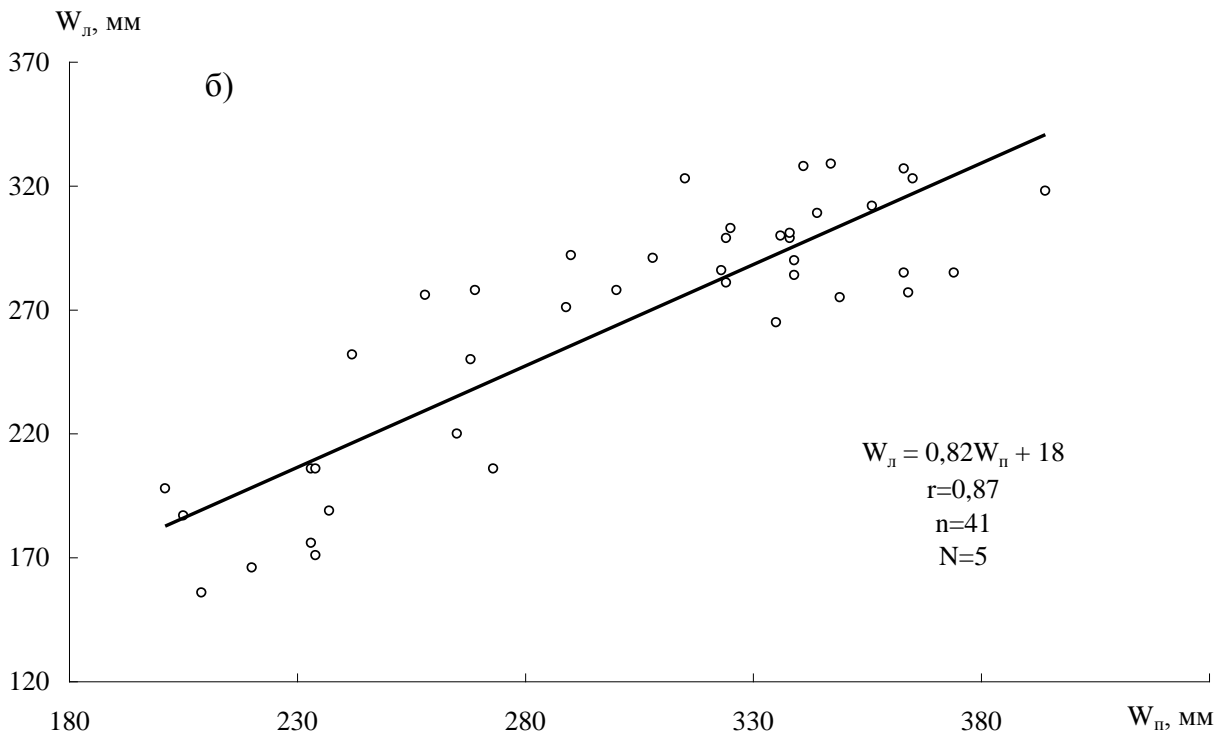
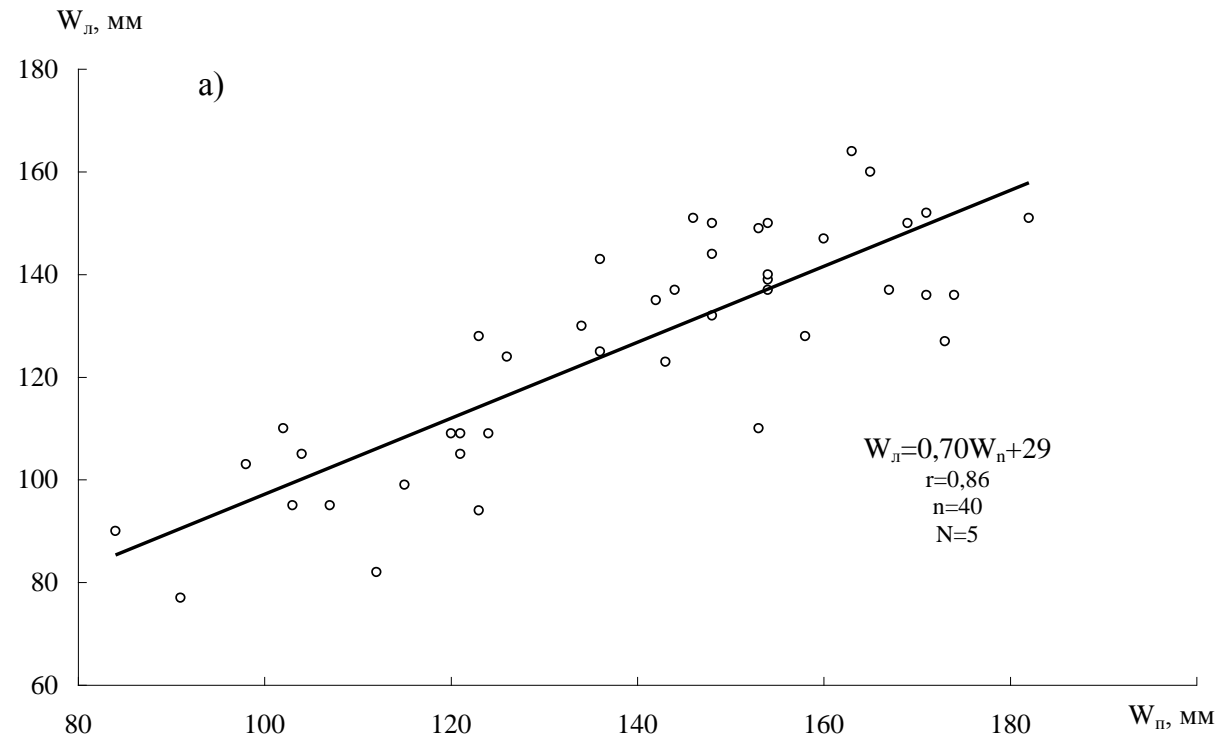
Додаток В.8

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Кривий Ріг в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



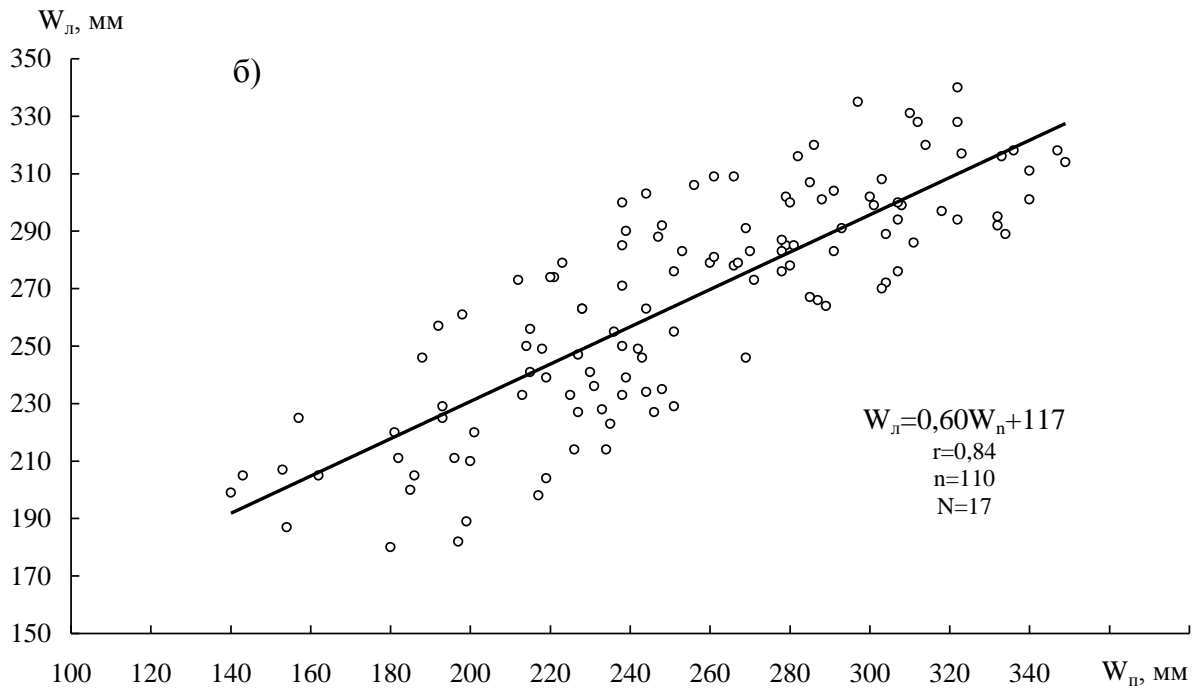
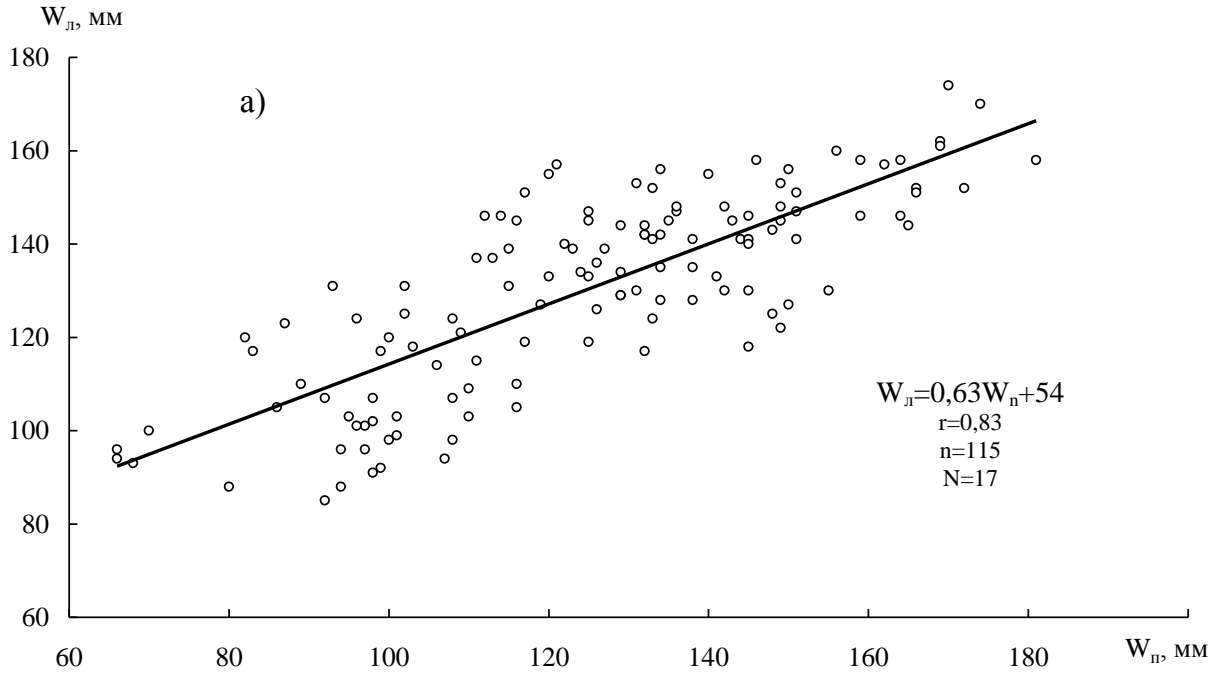
Додаток В.9

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Могилів-Подільський в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



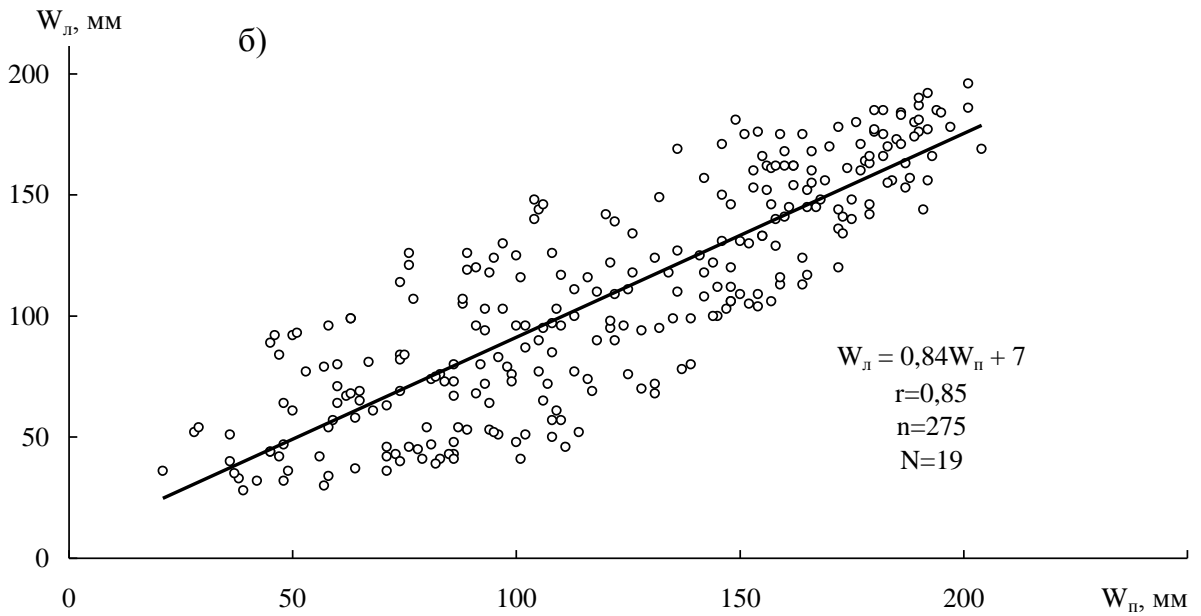
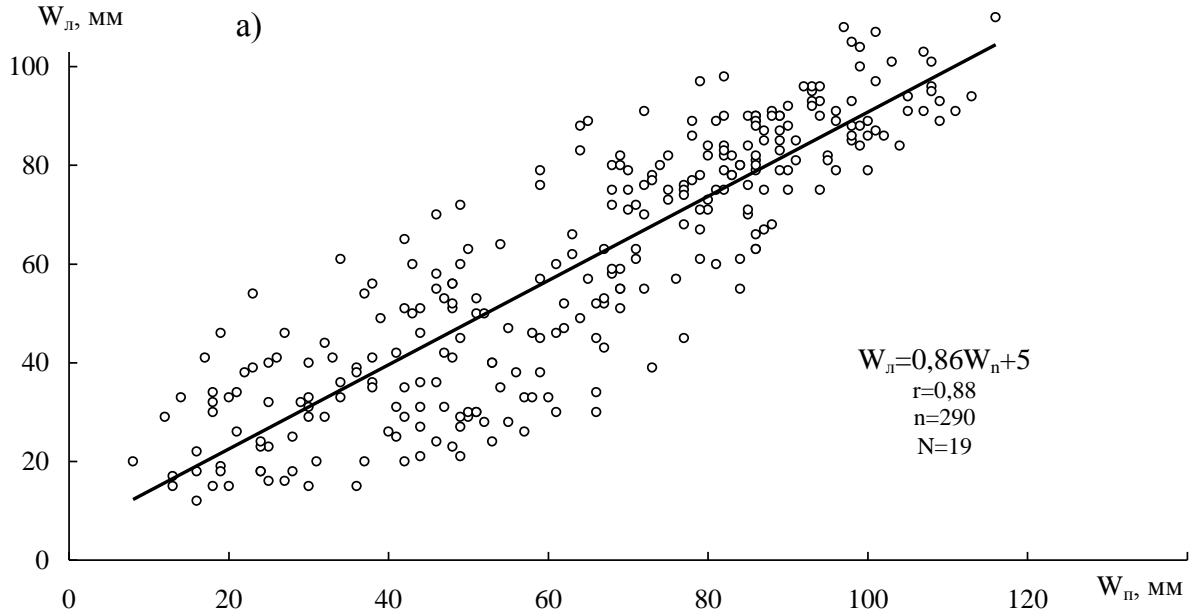
Додаток В.10

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Одеса в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



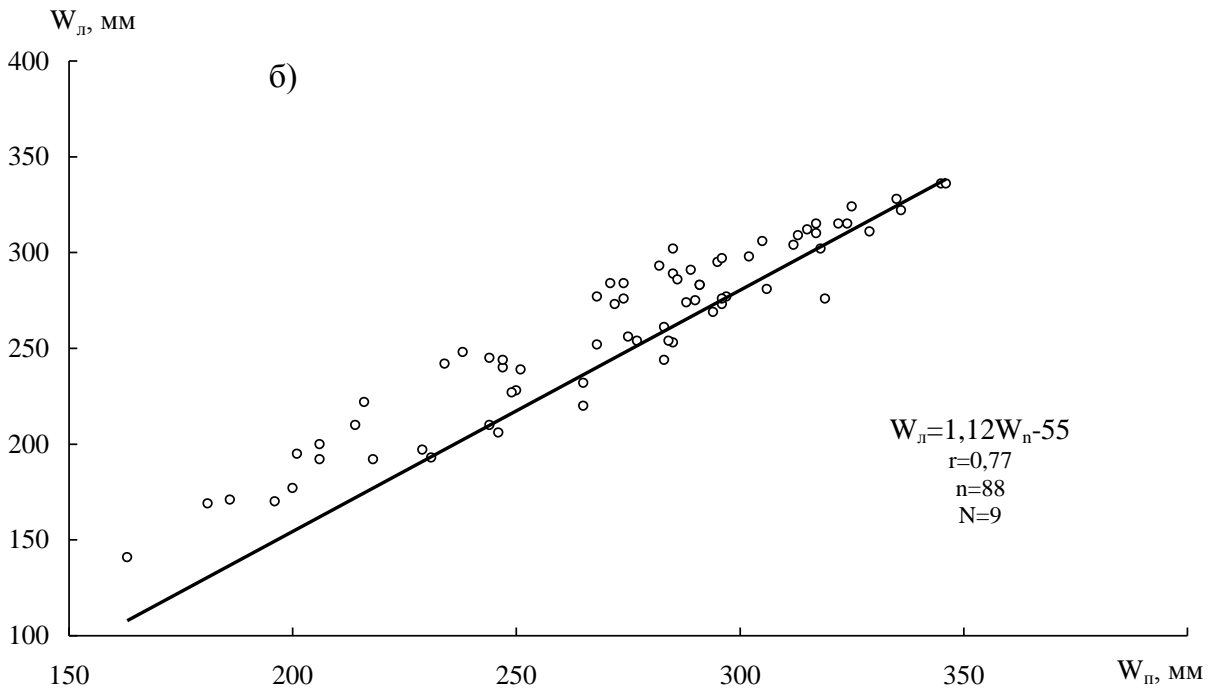
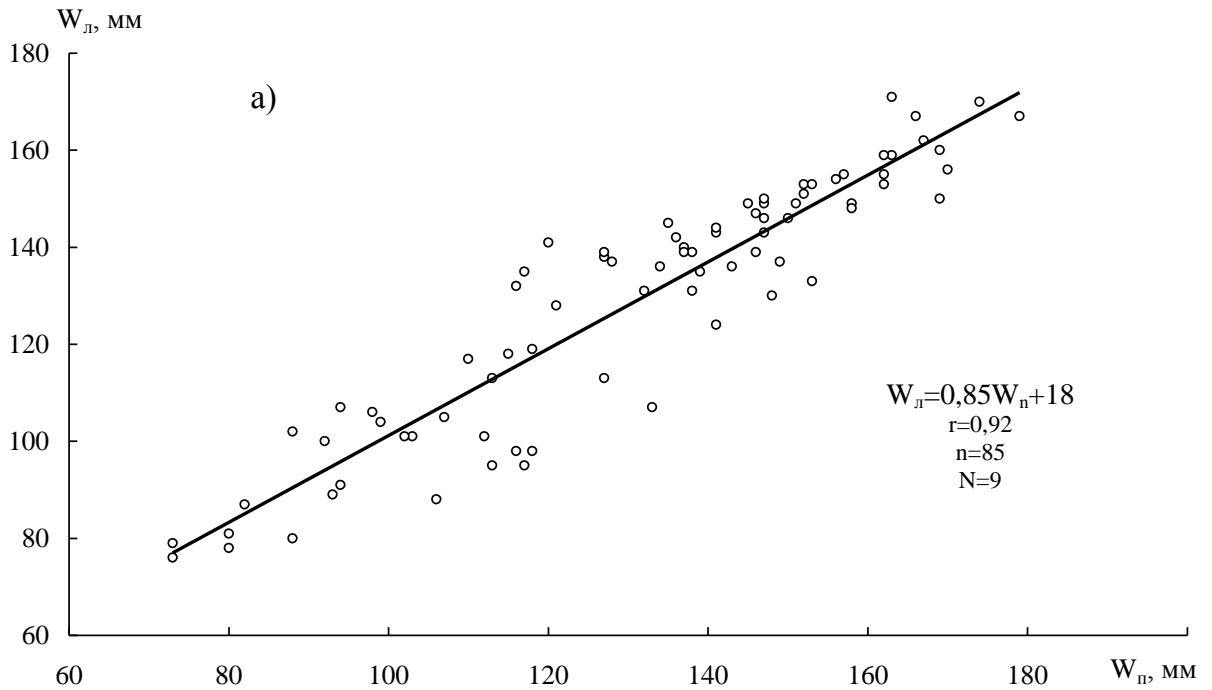
Додаток В.11

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Полтава в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту

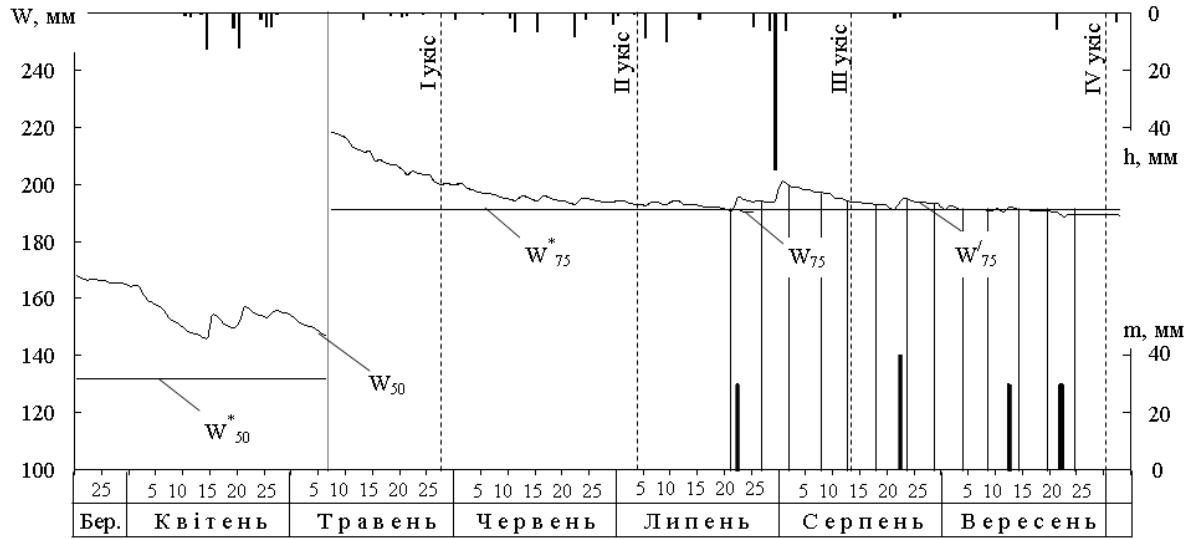


Додаток В.12

Кореляційна залежність вологозапасів під посівами люцерни та озимої пшениці по ГМС Синельникове в півметровому (а) та метровому (б) шарах ґрунту



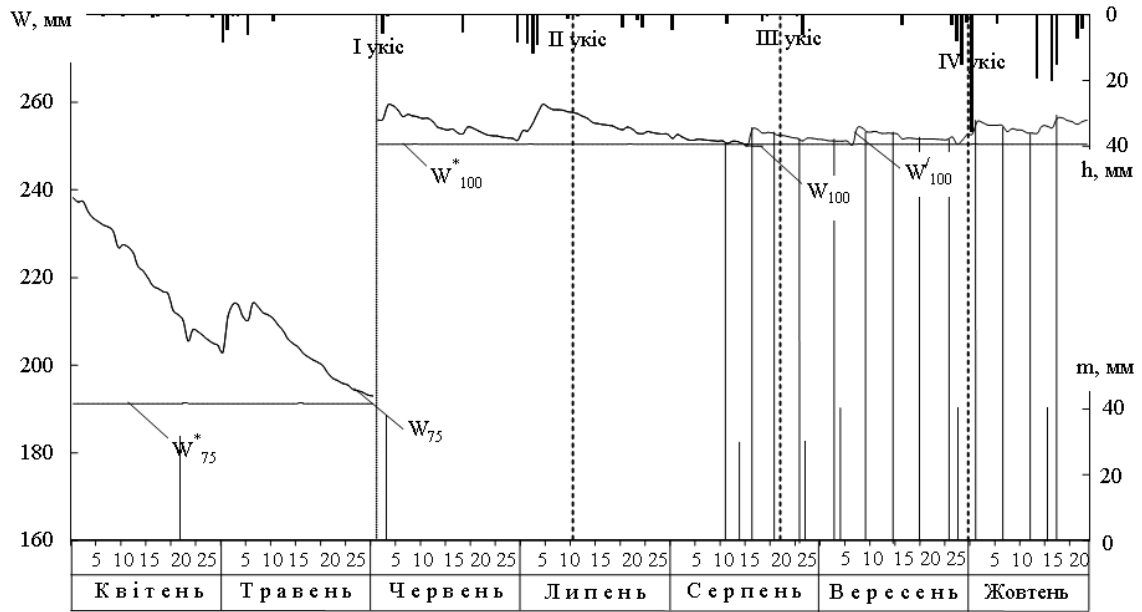
Додаток Д.1



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Апостолове, 1986 р., P=75%).

n=4. m=30(3) - 40(1) мм. M=160 мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів; W* – оптимальне зволоження, мм.

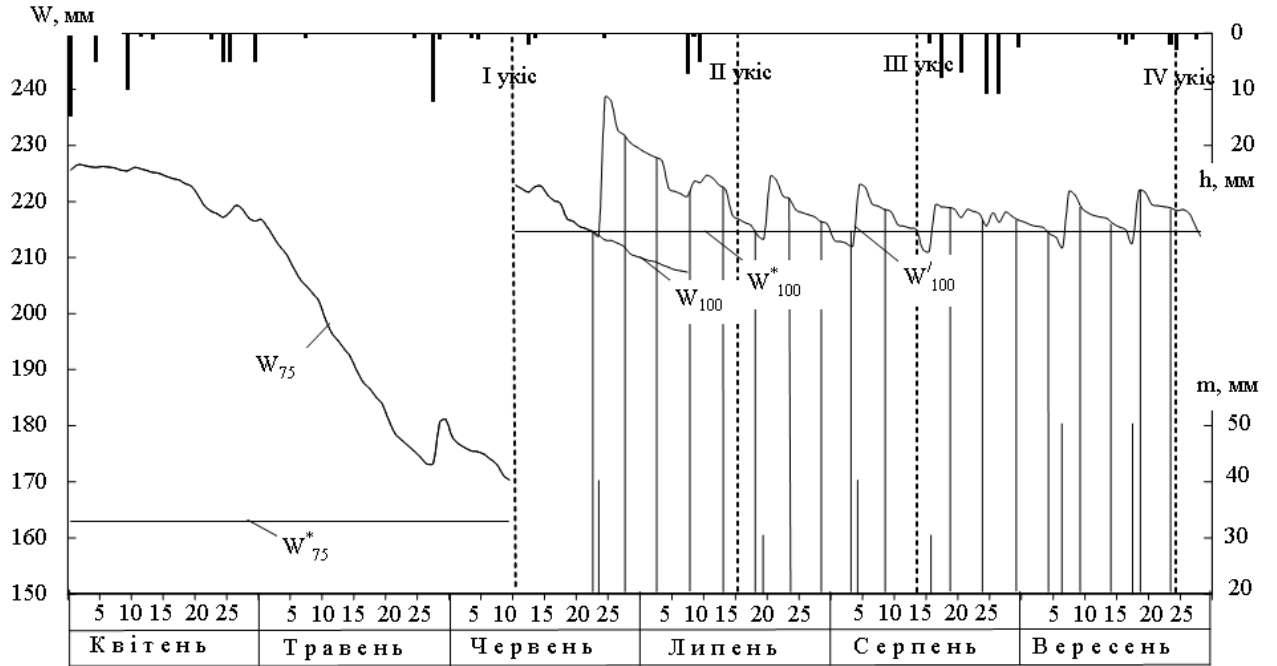
Додаток Д.2



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Апостолове, 1972 р., $P=95\%$).

$n=7$. $m=30(3) - 40(4)$ мм. $M=250$ мм. W – природні вологозапаси; W' вологозапаси з урахуванням поливів; W^* – оптимальне зволоження, мм.

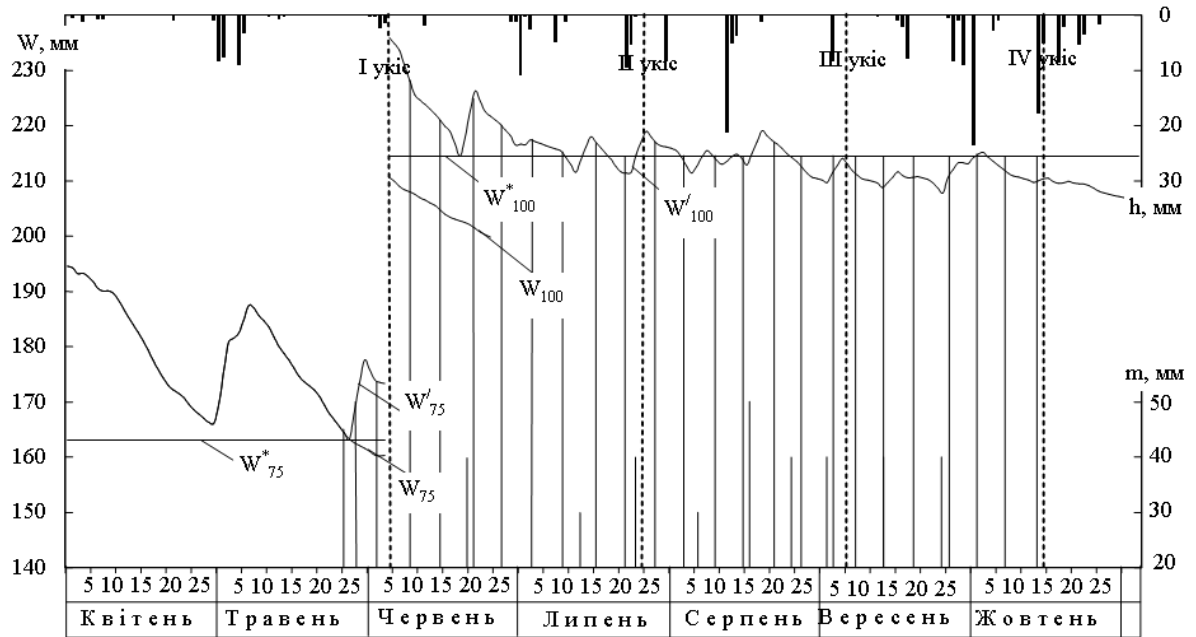
Додаток Д.3



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Асканія-Нова, 1968г., P=75%)

n=6. m=30(2), 40(2) и 50(2) мм. M=240 мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з врахуванням поливів; W* – оптимальне зволоження, мм.

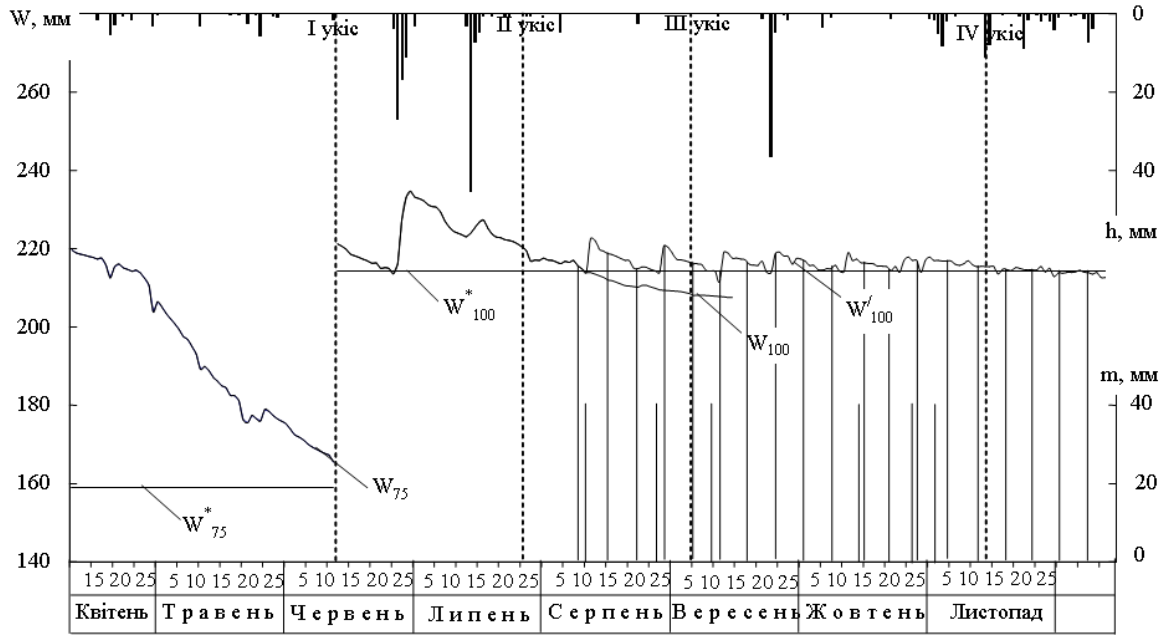
Додаток Д.4



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Асканія-Нова, 1972г., P=95%)

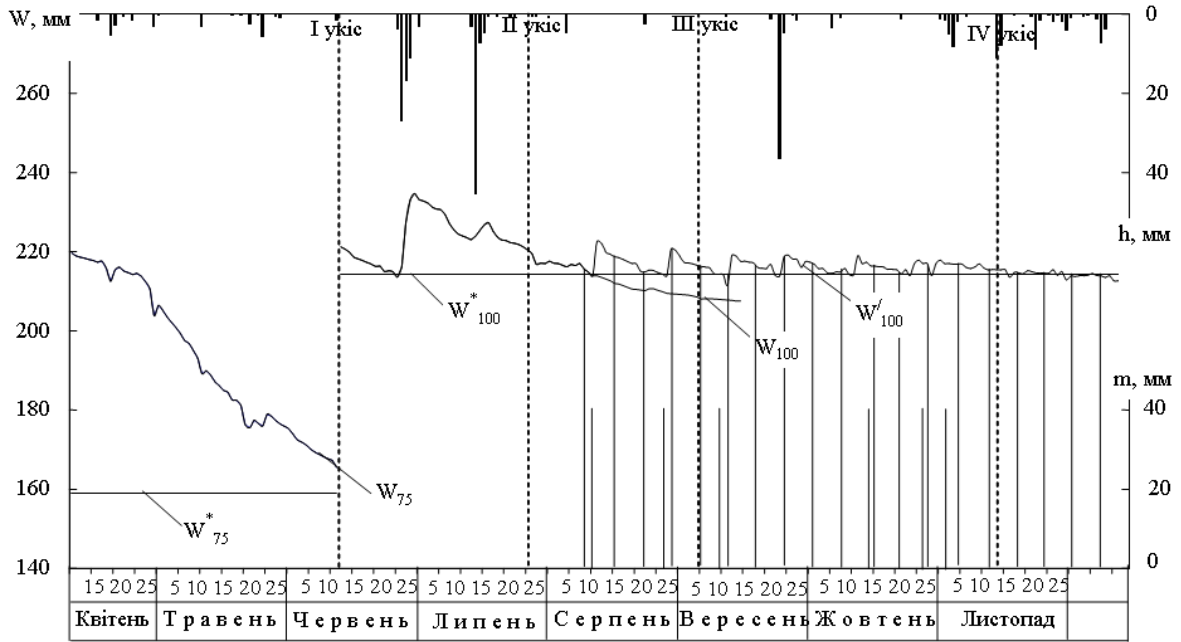
n=9 і m=30(2), 40(6) и 50(1) мм. M=350 мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів; W* – оптимальне зволоження, мм.

Додаток Д.5



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Бердянськ, 1969 р., $P=75\%$).
 $n=6$. $m=40$ мм. $M=240$ мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів;
 W^* – оптимальне зволоження, мм.

Додаток Д.6



Фрагментарний гідрограф ґрунтової вологи та режим зволоження посівів люцерни за АГМ методом (ГМС Бердянськ, 1982 р., P=95%).
 $n=6$. $m=40$ мм. $M=300$ мм. W – природні вологозапаси; W' – вологозапаси з урахуванням поливів;
 W^* – оптимальне зволоження, мм.

Додаток Е.1

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни першого року вегетації на
зелений корм в умовах степової зони України
(75% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Апостолове	160	250	-90	-36
2	Асканія–Нова	180	300	-120	-40
3	Бердянськ	200	300	-100	-33
4	Гуляйполе	150	300	-150	-50
5	Затишшя	150	300	-150	-50
6	Ізмаїл	150	300	-150	-50
7	Красноармійськ	170	300	-130	-43
8	Кривий Ріг	160	300	-140	-47
9	Любашівка	140	250	-110	-44
10	Одеса	180	300	-120	-40
11	Сарата	180	300	-120	-40
12	Синельникове	170	250	-80	-32
Середнє					-42

Додаток Е.2

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни першого року вегетації на
зелений корм в умовах степової зони України
(95% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Апостолове	250	300	-50	-17
2	Асканія–Нова	350	350	0	0
3	Бердянськ	240	350	-110	-31
4	Гуляйполе	280	350	-70	-20
5	Затишшя	220	350	-130	-37
6	Ізмаїл	270	350	-80	-23
7	Красноармійськ	250	350	-100	-29
8	Кривий Ріг	250	350	-100	-29
9	Любашівка	190	300	-110	-37
10	Одеса	280	350	-70	-20
11	Сарата	290	350	-60	-17
12	Синельникове	250	300	-50	-17
Середнє					-22

Додаток Е.3

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни першого року вегетації на
зелений корм в умовах лісостепової зони України
(75% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Білопілья (Сум. обл.)	140	200	-60	-30
2	Вінниця	140	200	-60	-30
3	Гайсин	150	200	-50	-25
4	Жашків	150	200	-50	-25
5	Ім. Шевченко (Черк. обл.)	160	200	-40	-20
6	Комсомольське	130	200	-70	-35
7	Могилів-Подільський	140	200	-60	-30
8	Полтава	140	200	-60	-30
9	Купянськ	120	200	-80	-40
10	Ізюм	150	200	-50	-25
Середнє					-29

Додаток Е.4

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни першого року вегетації на
зелений корм в умовах лісостепової зони України
(95% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Білопілля (Сум.)	200	250	-50	-20
2	Вінниця	200	250	-50	-20
3	Гайсин	220	250	-30	-12
4	Жашків	220	250	-30	-12
5	Комсомольське	140	250	-110	-44
6	Купянськ	210	250	-40	-16
7	Шевченко	140	250	-110	-44
8	Могилів-Поділ	140	250	-110	-44
9	Полтава	250	250	0	0
10	Ізюм	230	250	-20	-8
Середнє					-22

Додаток Е.5

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни другого року вегетації на
зелений корм в умовах степової зони України
(75% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Апостолове	170	250	-80	-32
2	Асканія–Нова	240	300	-60	-20
3	Бердянськ	240	300	-60	-20
4	Гуляйполе	150	300	-150	-50
5	Затишшя	150	300	-150	-50
6	Ізмаїл	150	300	-150	-50
7	Красноармійськ	170	300	-130	-43
8	Кривий Ріг	160	300	-140	-47
9	Любашівка	140	250	-110	-44
10	Одеса	180	300	-120	-40
11	Сарата	180	300	-120	-40
12	Синельникове	170	250	-80	-32
Середнє					-39

Додаток Е.6

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни другого року вегетації на
зелений корм в умовах степової зони України
(95% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Апостолове	260	350	-90	-26
2	Асканія–Нова	350	350	0	0
3	Бердянськ	300	350	-50	-14
4	Гуляйполе	260	350	-90	-26
5	Затишшя	180	350	-170	-49
6	Ізмаїл	270	350	-80	-23
7	Красноармійськ	300	350	-50	-14
8	Кривий Ріг	300	350	-50	-14
9	Любашівка	190	350	-160	-46
10	Одеса	330	350	-20	-6
11	Сарата	300	350	-50	-14
12	Синельникове	260	350	-90	-26
Середнє					-22

Додаток Е.7

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни другого року вегетації на корм в умовах лісостепової зони України (75% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Білопілля (Сум.)	140	200	-60	-30
2	Вінниця	140	200	-60	-30
3	Гайсин	150	200	-50	-25
4	Жашків	150	200	-50	-25
5	Комсомольське	160	200	-40	-20
6	Купянськ	130	200	-70	-35
7	Шевченко	140	200	-60	-30
8	Могилів-Поділ	140	200	-60	-30
9	Полтава	120	200	-80	-40
10	Ізюм	150	200	-50	-25
Середнє					-35

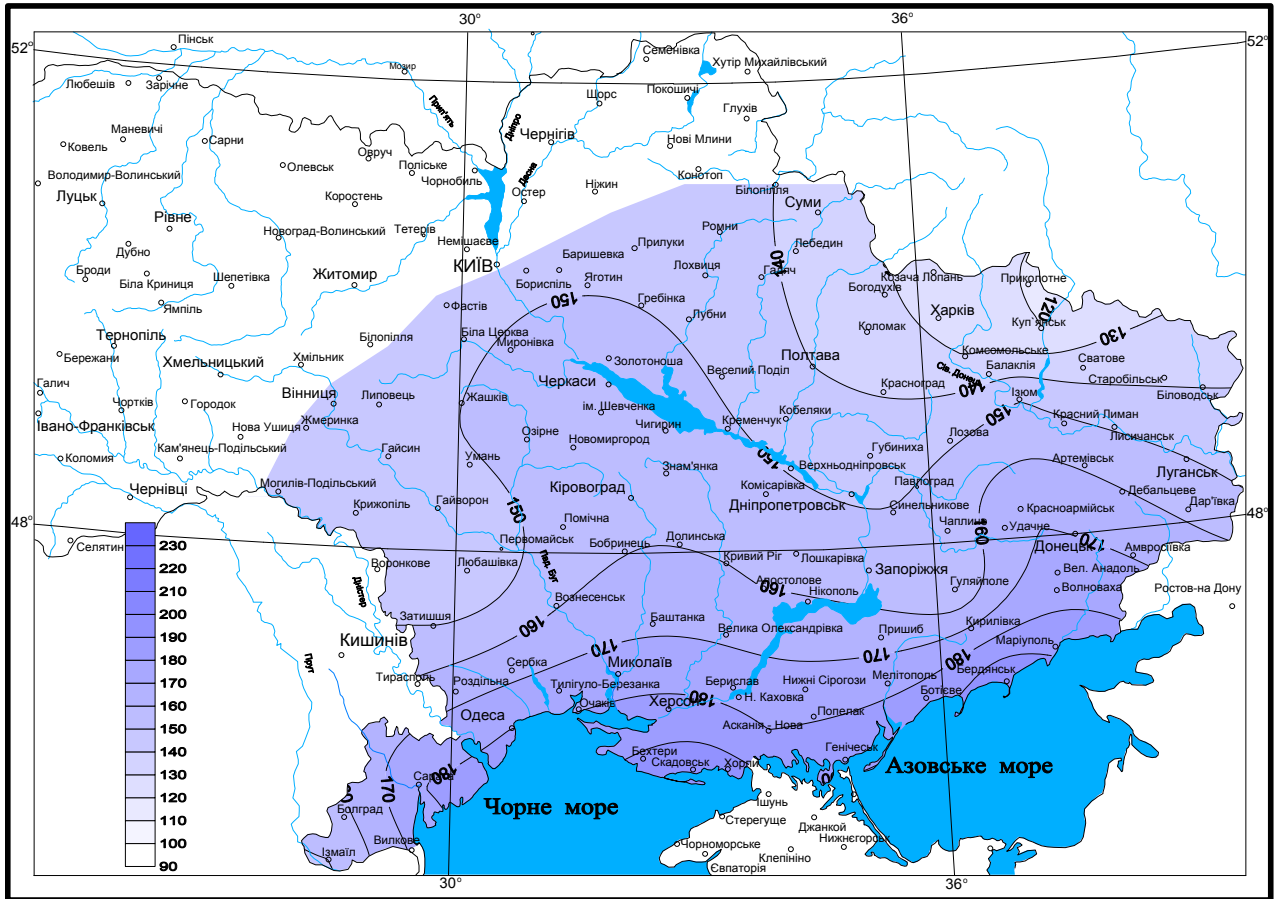
Додаток Е.8

Порівняння розрахунків режиму зрошення люцерни другого року вегетації на корм в умовах лісостепової зони України (95% природної вологозабезпеченості)

№ п/п	ГМС	Зрошувальна норма, мм		Відхилення ДБН від АГМ	
		АГМ	ДБН	мм	%
1	Білопілля (Сум.)	220	300	-80	-27
2	Вінниця	260	300	-40	-13
3	Гайсин	300	300	0	0
4	Жашків	220	300	-80	-27
5	Комсомольське	270	300	-30	-10
6	Купянськ	210	300	-90	-30
7	Шевченко	300	300	0	0
8	Могилів-Поділ	270	300	-30	-10
9	Полтава	260	300	-40	-13
10	Ізюм	270	300	-30	-10
Середнє					-14

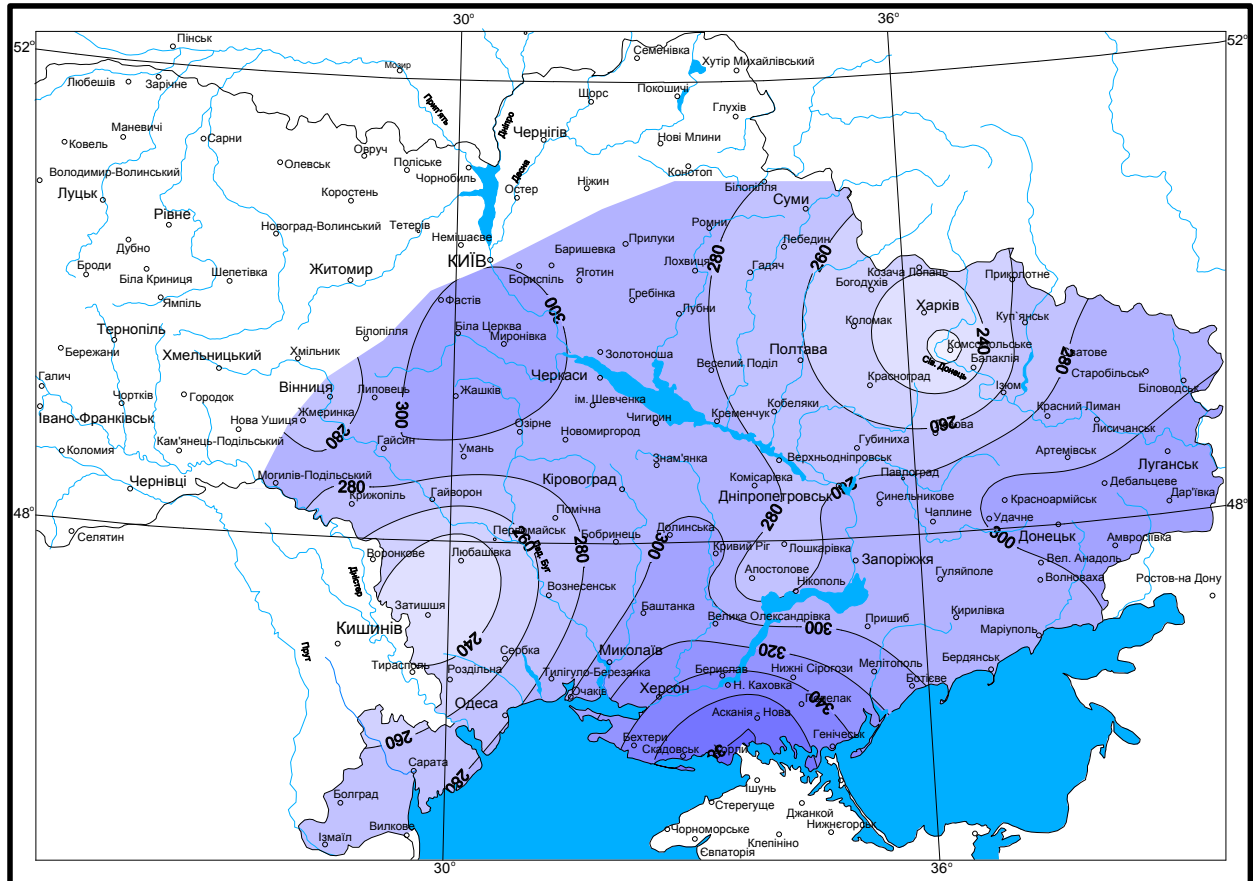
Додаток Ж.1

Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на корм першого року вегетації, розрахованих за АГМ методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=75%)



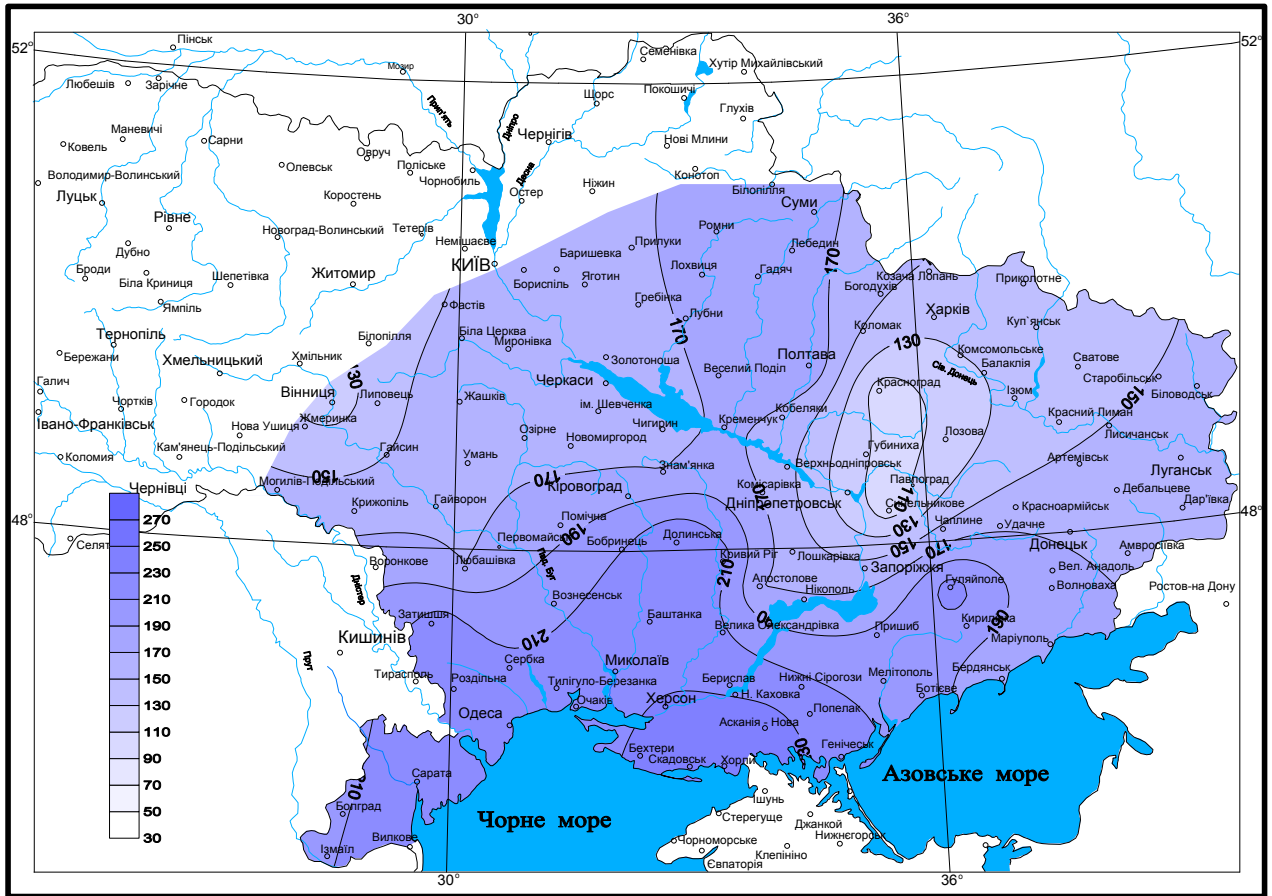
Додаток Ж.2

**Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів
люцерни на корм першого року вегетації, розрахованих за АГМ
методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=95%)**



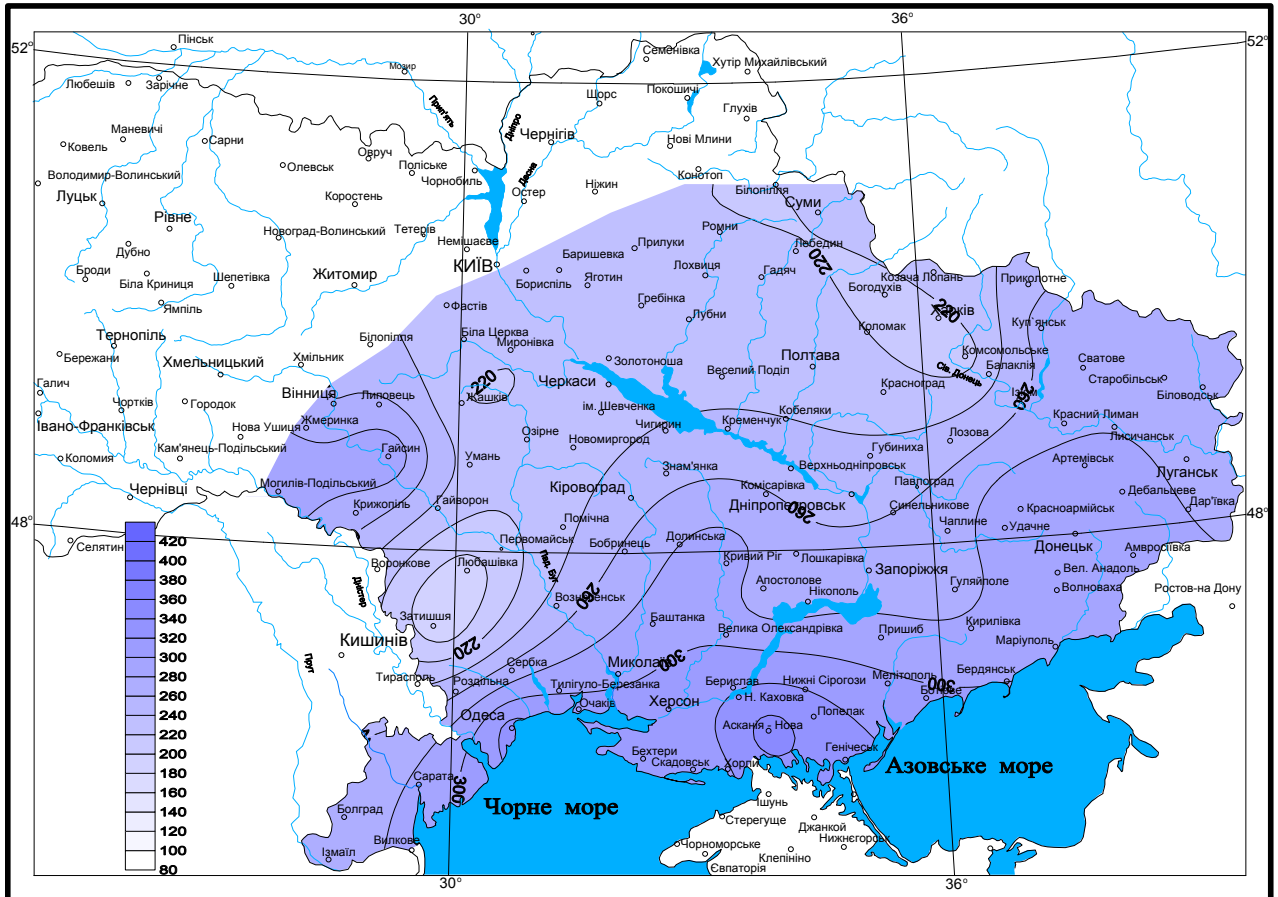
Додаток Ж.3

Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на корм другого року вегетації, розрахованих за АГМ методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=75%)



Додаток Ж.4

Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на корм другого року вегетації, розрахованих за АГМ методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=95%)



Додаток Ж.5

Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на насіння, розрахованих за АГМ методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=75%)



Додаток Ж.6

Схематична карта розподілу водозберігаючих зрошувальних норм посівів люцерни на насіння, розрахованих за АГМ методом в степовій та лісостеповій зонах України (P=95%)

