

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ**

На правах рукопису

ШАТКОВСЬКИЙ АНДРІЙ ПЕТРОВИЧ



УДК 631.5:631.674.6:633:635 (477.7)

**НАУКОВІ ОСНОВИ ІНТЕНСИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ
ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ
СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації
(сільськогосподарські науки)

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Науковий консультант:
доктор технічних наук,
професор, академік НААН
Ромащенко М.І.

КИЇВ – 2016

З М І С Т

ПЕРЕЛІК	УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І	
	ТЕРМІНІВ.....	6
	ВСТУП.....	9
Розділ 1	СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ	
	СПРЯМОВАНOSTІ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ	
	ДЖЕРЕЛ).....	23
1.1	Краплинне зрошення просапних культур. Історія, сучасний	
	стан, проблеми та перспективи розвитку в світі та в Україні....	23
1.2	Народногосподарське значення досліджуваних просапних	
	культур в продовольчій безпеці держави та шляхи підвищення	
	їх валового виробництва.....	39
1.3	Аналіз стану досліджень технологічних аспектів краплинного	
	зрошення просапних культур в Україні та світі.....	54
	Висновки до розділу 1.....	76
Розділ 2	УМОВИ, СХЕМИ І МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ	
	ДОСЛІДЖЕНЬ.....	79
2.1	Характеристика ґрунтового покриву.....	79
2.2	Гідрохімічний аналіз поливної води.....	94
2.3	Кліматичні умови. Погодні умови у роки проведення	
	досліджень.....	97
2.4	Схеми і методики проведення досліджень.....	111
2.5	Агротехнології вирощування просапних культур у дослідах...	134
	Висновки до розділу 2.....	142
Розділ 3	УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО	
	ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОСАПНИМИ	
	КУЛЬТУРАМИ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ.....	144
3.1	Особливості проведення польових досліджень в умовах	
	краплинного зрошення та удосконалення існуючих методик... 144	144

	3.2	Удосконалення методичних підходів до побудови типових схем дослідів з вивчення режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання.....	149
	3.3	Удосконалення класифікації систем краплинного зрошення сільськогосподарських культур.....	152
		Висновки до розділу 3.....	157
Розділ 4		РЕЖИМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА ПРОЦЕСИ ВОДОСПОЖИВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.....	158
	4.1	Режими краплинного зрошення.....	158
	4.1.1	Розробка інформаційно – дорадчої системи (ІДС) з планування та управління режимами краплинного зрошення.....	165
	4.2	Процеси водоспоживання.....	169
	4.2.1	Моделі «Водоспоживання – Врожайність».....	184
		Висновки до розділу 4.....	188
Розділ 5		РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ТА ЇХ ПОЄДНАННЯ.....	190
	5.1	Фенологічні та біометричні спостереження.....	190
	5.1.1	Розвиток кореневої системи рослин і глибина зволоження кореневого шару ґрунту.....	196
	5.2	Вплив факторів на врожайність просапних сільськогосподарських культур.....	210
	5.3	Забур'яненість посівів залежно від рівня зволоженості ґрунту.....	230
	5.3.1	Дослідження ефективності внесення фунгіцидів з поливною водою на системах краплинного зрошення.....	237
	5.4	Вплив умов вирощування на біохімічний склад продуктивних органів рослин.....	241
		Висновки до розділу 5.....	250

Розділ 6	ОЦІНКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СТРОКІВ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ПОЛИВІВ.....	253
6.1	Діагностика строків поливів просапних культур за концентрацією клітинного соку листа.....	253
6.2	Адаптація методу «Penman – Monteith» для умов краплинного зрошення Степу України.....	258
6.3	Управління краплинним зрошення на основі використання інтернет-метеостанцій iMetos®.....	266
	Висновки до розділу 6.....	274
Розділ 7	ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ЗОН ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТІВ.....	276
7.1	Дослідження основної гідрофізичної характеристики ґрунтів дослідних ділянок.....	276
7.2	Особливості формування та параметри зон зволоження залежно від передполивної вологості, тривалості поливу та типу ґрунтів.....	281
7.3	Динамічна модель вологоперенесення у ґрунті за краплинного зрошення просапних культур.....	288
	Висновки до розділу 7.....	296
Розділ 8	ВПЛИВ ЛОКАЛЬНОГО ЗВОЛОЖЕННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ТА МІКРОКЛІМАТ ЗРОШУВАНОВОГО ПОЛЯ.....	297
8.1	Вплив краплинного зрошення овочевої сівозміни на вміст елементів живлення, нітратів та щільність складення ґрунту....	297
8.1.1	Динаміка хімічного складу поливної води та сольового складу локально зволжених ґрунтів протягом поливного періоду.....	302
8.2	Вплив краплинного зрошення на мікроклімат приземних шарів повітря.....	305
	Висновки до розділу 8.....	309

Розділ 9	ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ.....	310
9.1	Економічна ефективність технологій вирощування просапних культур за краплинного зрошення.....	310
9.2	Біоенергетична ефективність технологій вирощування просапних культур за краплинного зрошення.....	328
	Висновки до розділу 9.....	335
	ВИСНОВКИ.....	337
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	344
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	346
	ДОДАТКИ.....	431

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

1. ІВПіМ НААН – Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України;
2. ІЗЗ НААН – Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
3. БЗ (К) – без зрошення (контроль);
4. БДП – Брилівське дослідне поле відділу зрошення Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України;
5. БЦ – буряк цукровий;
6. ВВ – вологість в'янення ґрунту;
7. ВВТ – П – тензіометричний датчик – «вимірювач всисного тиску другого покоління»;
8. ВР – висота рослин, см;
9. ГДК – гранично допустима концентрація;
10. ГМО – генетично модифіковані організми;
11. ГТК – гідротермічний коефіцієнт;
12. ДДП – дослідно-демонстраційний полігон;
13. ДД – дослідна ділянка;
14. ДП «ДГ «Великі Клини» – Державне підприємство «Дослідне господарство Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН;
15. ДП «ДГ «Брилівське» – Державне підприємство «Дослідне господарство Брилівське» ІВПіМ НААН;
16. ЗЗР – засоби захисту рослин;
17. З/п – заробітна плата;
18. ІДС – інформаційно – дорадча система;
19. КДДС – Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН;
20. КВ – коефіцієнт водоспоживання;

21. K_e – коефіцієнт енергетичної ефективності;
22. K_{be} – коефіцієнт біоенергетичної ефективності;
23. КЗ – краплинне зрошення;
24. ККС – концентрація клітинного соку рослин, %;
25. K_T – коефіцієнт транспірації, г води/г сухої речовини;
26. КС – коренева система рослини;
27. МКІД – Міжнародна комісія з іригації і дренажу;
28. МР – маркетинговий рік;
29. МС – метеорологічна станція;
30. НВ – найменша вологомісткість ґрунту, %;
31. ОГХ – основна гідрофізична характеристика ґрунту;
32. ПВ – повна вологомісткість ґрунту, %;
33. ПЛП – площа листкової поверхні рослин, тис. м²/га;
34. ПММ – паливно-мастильні матеріали;
35. ПТ – поливний трубопровід СКЗ;
36. РПВГ – рівень передполивної вологості ґрунту, % від НВ ґрунту;
37. РРР – регулятор росту рослин;
38. РР – рівень рентабельності, %;
39. р.с.в. – розрахункове сумарне випаровування;
40. СВР – сумарне водоспоживання рослин (ET_c), мм, м³/га;
41. СКЗ – система краплинного зрошення;
42. СМЗ – система мікрозрошення;
43. ТВМ – термостатно-ваговий метод визначення вологості ґрунту;
44. ТД – тензіометричний датчик (тензіометр);
45. ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
46. ФАР – фотосинтетично активна радіація;
47. ФП – фотосинтетичний потенціал, млн. м² х діб/га;
48. ЧП – чистий прибуток, тис. грн/га;
49. ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²×добу;

50. $\sum t$ – сума температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ за досліджуваний період, $^{\circ}\text{C}$;
51. $\beta_{\text{нв}}$ – вологість ґрунту, яка відповідає НВ, % від маси абсолютно сухого ґрунту;
52. $\beta_{\text{ф}}$ – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси абсолютно сухого ґрунту;
53. E – сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур за розрахунковий період, $\text{м}^3/\text{га}$;
54. h – розрахункова глибина кореневого шару ґрунту, м;
55. M – норма зрошення, $\text{м}^3/\text{га}$;
56. m – норма поливу, $\text{м}^3/\text{га}$;
57. O – продуктивні (≥ 5 мм) опади, $\text{м}^3/\text{га}$;
58. t – середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;
59. ν – щільність складення ґрунту, $\text{т}/\text{м}^3$;
60. $W_{\text{н}}$ – запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту на початку вегетаційного або розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$;
61. $W_{\text{к}}$ – запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$;
62. α – середньодобова відносна вологість повітря, %.
63. ДМ – дощувальна машина;
64. ET_0 – випаровуваність за розрахунковий період (еталонна евапотранспірація), мм;
65. ET_c – сумарне водоспоживання сільськогосподарської культури за вегетаційний період, мм, $\text{м}^3/\text{га}$;
66. E_y – енергомісткість врожаю культури, ГДж/га;
67. $E_{\text{ФАР}}$ – енергія ФАР, яка поглинена посівами за період вегетації, ГДж/га;
68. $K_{\text{сф}}$ – коефіцієнт ефективності зрошення, $\text{кг}/\text{м}^3$;
69. ОП – 2000 – обприскувач причіпний штанговий широкозахватний;
70. P – забезпеченість року за дефіцитом випаровуваності, %;
71. Y – урожайність сільськогосподарських культур, тонн/га.

ВСТУП

Актуальність теми. Початок третього тисячоліття характеризується загостренням світової продовольчої кризи: згідно даних продовольчої і сільськогосподарської комісії при ООН (FAO) у 2015 р. кількість людей у світі, які страждають від голоду становить понад 1 млрд. осіб [602, 762]. Головними причинами цього є кліматичні зміни, наслідком яких є глобальний дефіцит водних ресурсів, швидкий ріст населення планети, зростання вартості енергоресурсів та зростання об'ємів виробництва альтернативних видів палива, сировиною для яких є продовольчі сільськогосподарські культури.

Разом з тим, ґрунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування багатьох видів продукції рослинництва. Саме тому, продовольча комісія FAO [602], відносить Україну до числа держав, які в недалекому майбутньому мають стати донорами продовольства у світі.

Проте реальний стан речей засвідчує, що сучасне використання земельних ресурсів України не відповідає вимогам раціонального природокористування, а саме: порушене екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, багаторічних насаджень. Земельні ресурси є досить виснаженими, а останніми роками їхня експлуатація набула руйнівного характеру.

В такій складній ситуації актуальним є впровадження інтенсивних агротехнологій, які, з одного боку, направлені на отримання оптимального врожаю нормативної якості та максимальне використання агроресурсного потенціалу територій, а з іншого – на збереження і підвищення родючості ґрунту та дотримання законів землеробства (повернення поживних речовин у ґрунт, закон плодозміни).

Відомо, що основним лімітуючим фактором, який стримує реалізацію агроресурсного потенціалу у зонах недостатнього та нестійкого зволоження

(Степу і Лісостепу) є несприятливий водний режим ґрунту. Відчутно загострюють цю проблему зміни клімату, зокрема зростання середньорічної температури повітря на 2°C , що, у свою чергу, зумовило зростання дефіциту вологозабезпечення та розширення території з дефіцитом природного вологозабезпечення і, в підсумку – зростання посушливості клімату [94, 96, 279, 491, 542, 565].

На сьогодні існує багато заходів, які направлені на мінімізацію негативного впливу посух, проте найефективнішим та кардинальним вирішенням проблеми, як показує практика, є зрошувальні меліорації. У часи бурхливого їх розвитку (1966-1990 рр.) площі зрошуваних земель в Україні було доведено до 2,62 млн. га, т. б. зрошували кожен п'ятий гектар ріллі півдня. У період економічної кризи 1990-2000 рр. площі фактичного поливу різко скоротились – до 580-690 тис. га, що відповідає показникам 1966-1968 рр., а у 2015 р. – до 467 тис. га. Проте, зазначимо, що це скорочення стосується так званого «великого зрошення» – дощування [492]. Натомість, площі під краплинним зрошенням зросли із 6,5 тис. га (2000 р.) до 68,5 тис. га (2015 р.), з них 46,5 тис. га знаходиться під просапними культурами [280, 493, 640].

Переваги краплинного зрошення перед традиційними способами поливу (дощуванням та поверхневим поливом) відомі, і в цьому аспекті варто лише зауважити, що завдяки відповідності технологій краплинного зрошення двом взаємопов'язаним умовам сталого розвитку – високій економічній ефективності та екологічній безпеці, воно набуло широкого застосування для поливу овочевих, плодкових культур і виноградних насаджень. В останні ж роки зросла зацікавленість сільгосп-товаровиробників до застосування краплинного зрошення на таких культурах як кукурудза, соя, буряк цукровий, соняшник, рис, ріпак, лікарські та ефіроолійні рослини та ін. [188, 272, 280].

Разом з тим, констатуємо, що виробники, застосовуючи інтенсивні технології вирощування просапних культур на базі краплинного зрошення,

не завжди отримують позитивний результат. Адже краплинне зрошення передбачає докорінні зміни основних складових «класичної» агротехнології: режимів зрошення, систем удобрення і захисту рослин, схем сівби (а разом із ними – техніки і технології посіву і збирання). На разі ці елементи є ще не до кінця відпрацьованими та науково обґрунтованими саме для умов Степу України, що і обумовлює актуальність проведених досліджень.

Реалізація основних положень роботи направлена також на виконання Закону України «Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року» від 18.10.2005 р. № 2982-IV [208], розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.11.2013 р. № 975 «Про затвердження плану заходів щодо розширення площ зрошуваних земель у південних областях та забезпечення їх ефективного використання на період до 2017 року» [486] та Указу Президента України від 03.03.2006 р. № 187/2006 «Про заходи щодо розвитку зрошеного землеробства в Україні» [601].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за дисертаційною роботою виконано у складі програм наукових досліджень Національної академії аграрних наук України (2006-2009 рр. – Української академії аграрних наук України) 03 «Розвиток меліорованих територій», 16 «Овочівництво», 17 «Баштанні культури», 04 «Стале водокористування та меліорація земель»:

✓ завдання 03.01.04-040 «Дослідити процеси споживання води рослинами при локальному зволоженні ґрунтів, розробити методологію застосування мікрозрошування при вирощуванні сільськогосподарських культур в різних ґрунтово-кліматичних умовах» (2006-2010 рр., № державної реєстрації 0107U005380) (дисертант – науковий керівник);

✓ завдання 16.03/075 «Дослідити процеси водоспоживання, розробити новітні технології краплинного зрошення овочевих культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах України» (2006-2010 рр., № державної реєстрації 0106U006573) (дисертант – науковий керівник);

✓ завдання 17.03/027 «Дослідити процеси водоспоживання, розробити новітні технології краплинного зрошення баштанних культур» (2006-2010 рр., № державної реєстрації 0106U006574) (дисертант – науковий керівник);

✓ завдання 04.02.03.02 П «Дослідити вплив краплинного зрошення на продукційні процеси, удосконалити технології і режими краплинного зрошення сільськогосподарських культур, розробити методологію техніко-економічного обґрунтування ефективності краплинного зрошення» (2011-2013 рр., № державної реєстрації 0111U006037) (дисертант – науковий керівник);

✓ завдання 04.02.03.04 П «Удосконалити технології вирощування просапних і багаторічних культур за краплинного зрошення» (2014-2016 рр., № державної реєстрації 0113U006462) (дисертант – науковий керівник);

✓ завдання 04.02.01.04 П «Розробити рекомендації щодо умов застосування сучасних способів та засобів зрошення сільськогосподарських культур, що забезпечують ощадливе використання водних та енергетичних ресурсів» 2014-2015 рр., № державної реєстрації 0113U007804) (дисертант – виконавець).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є наукове обґрунтування, розробка та удосконалення інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних культур в умовах Степу України.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі основні задачі:

– удосконалити існуючі методики проведення польових досліджень з урахуванням особливостей краплинного зрошення, розробити методичні підходи до побудови типових схем польових дослідів з вивчення режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання;

– встановити і дослідити закономірності формування режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання просапних культур залежно від рівня передполивної вологості ґрунту (РПВГ), схеми сіви (густоти рослин), гібридного складу, строку збирання, доз добрив (далі – комплексу факторів);

- встановити залежності «Водоспоживання-Урожайність»;
- визначити особливості впливу режимів краплинного зрошення на продукційні процеси, врожайність та якість продуктивних органів просапних сільськогосподарських культур;
- розробити статистичні моделі продукційних процесів просапних сільськогосподарських культур залежно від комплексу факторів;
- дати оцінку та удосконалити методи діагностування строків вегетаційних поливів для умов краплинного зрошення;
- встановити і дослідити закономірності формування зон зволоження залежно від типу ґрунту та тривалості (норми) поливу;
- розробити математичну модель профільного вологоперенесення в ґрунті за краплинного зрошення;
- дослідити та оцінити вплив локального зволоження на властивості ґрунтів і мікроклімат зрошуваного поля;
- розробити інформаційно–дорадчу систему (ІДС) з планування та управління режимами краплинного зрошення;
- виконати економічне та біоенергетичне обґрунтування вирощування просапних культур за краплинного зрошення;

Об'єкт дослідження: технологічний процес краплинного зрошення, продукційні процеси рослин залежно від комплексу факторів.

Предмет дослідження: водний режим ґрунту та особливості його формування, показники росту і розвитку, продуктивність просапних культур залежно від параметрів технологій краплинного зрошення.

Методи дослідження. У процесі дослідження використано такі методи: загальнонаукові: гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, індукція; спеціальні: польові короткотермінові досліді, загальноприйняті лабораторні та аналітичні методи дослідження; використано дисперсійний, кореляційний, регресійний та варіаційний аналізи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розвитку теорії та методів оперативного управління краплинним зрошенням на основі інструментально-вимірjувальних комплексів, теорії програмування

врожайності сільськогосподарських культур на зрошуваних землях у частині оптимального вологозабезпечення рослин, а також методології закладання і проведення польових досліджень за краплинного зрошення.

Вперше для умов краплинного зрошення Степу України:

- встановлено закономірності формування режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання просапних культур залежно від передполивної вологості ґрунту;

- побудовано математичні залежності (статистичні моделі) «Водоспоживання – Врожайність»;

- встановлено закономірності формування продукційних процесів та врожайності сільськогосподарських культур залежно від рівня вологозабезпечення.

Удосконалено:

- методику проведення польових досліджень та методичні підходи до побудови типових схем дослідів з вивчення режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання;

- класифікацію систем мікрозрошення сільськогосподарських культур;

- методи діагностування строків вегетаційних поливів.

Отримало подальший розвиток:

- дослідження параметрів формування зон зволоження ґрунту;

- моделювання процесів вологоперенесення у ґрунті за локального їх зволоження;

- дослідження впливу локального зволоження на властивості ґрунтів та мікроклімат зрошуваного поля.

Обґрунтовано економічну та біоенергетичну ефективність інтенсивних технологій вирощування просапних культур за краплинного зрошення.

Наукову новизну результатів досліджень підтверджено деклараційними патентами на корисну модель та свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір («Комп'ютерна програма «ІДС з

планування та управління режимами краплинного зрошення сільськогосподарських культур»).

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні та вдосконаленні технологій краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур в зоні Степу України, які забезпечують оптимальну продуктивність рослин за умови збереження екологічної стійкості меліорованих агроландшафтів.

Результати наукових досліджень використано при розробленні 6 ДСТУ, 3 концепцій, 8 науково-практичних рекомендацій виробництву, посібника до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи і споруди», програми вибіркової навчальної дисципліни для підготовки ОКР «бакалавр» напряму 6.090101 «Агрономія», навчального посібника з грифом Міністерства освіти і науки України «Краплинне зрошення» та програми Міжнародного тренінгу в Республіці Таджикистан «Проектирование и эксплуатация систем капельного орошения сельскохозяйственных культур», проведеного дисертантом 24.05.-08.06.2009 р. в рамках проекту "Durandesh" P-6265 за фінансової підтримки «Oxfam Novib» (Нідерланди).

Основні наукові розробки, отримані в рамках дисертаційного дослідження, впроваджені у виробництво через механізм виконання госпдоговірних робіт у агрогосподарствах Херсонської, Миколаївської, Запорізької та Донецької областей, а також Республіки Північна Осетія-Аланія (РФ): «Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи компанії «Monsanto» на зрошуваних землях» (2012-2015 рр.), «Науковий супровід техніко-технологічного процесу зрошення та розробка на цій основі рекомендацій щодо оптимізації водного режиму зрошуваних ґрунтів на базі ПАТ «Племзавод «Степной» (2013), «Разработка научных рекомендаций по технологии выращивания томата посевного для переработки в условиях Кировского района РСО-Алания, Россия» (2012), «Встановлення причин зміни витратних характеристик крапельниць ПТ СКЗ залежно від якості поливної води і добрив, внесених методом фертигації та

розробка методів їх усунення» (2013), «Наукове обґрунтування краплинного зрошення овочів стічними водами на землях Першотравневої ЗС Маріупольського МУВГ» (2013), «Розробити рекомендації з обґрунтування технологій вирощування овочів за краплинного зрошення у СФГ «Садівниче» Білоцерківського району Київської області» (2007) та ін.

Науково обґрунтовані інтенсивні технології краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур впроваджено у 2010-2015 рр. у агрогосподарствах зони Степу України на загальній площі понад 1500 га, у т.ч. в ФГ «Фаворит» – 150 га (кавун, акт від 12.10.2010 р.; цибуля ріпчаста, акт від 10.10.2015 р.), ФГ «Вікторія Агро» – 10 га (кавун, акт від 15.10.2010 р.), ПБП «Іскра» – 6,5 га (перець солодкий, баклажан, соя, акт від 18.11.2013 р.), ТОВ «Імперіал Агро ЛТД» – 143 га (соя, 2013-2015 рр., довідка – № 127 від 25.11.2015 р.), ПП «Агротехнології» – 156 га (кукурудза, акт № 29 від 14.10.2014 р.), ТОВ «Таврія Агроінвест» – 210 га (кукурудза, акт № 40 від 15.11.2014 р.), ПрАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» – 180 га (кукурудза, акт № 114 від 01.12.2015 р.), ПАТ «Племзавод «Степной» – 298 га (кукурудза, 2013-2015 рр., акт від 16.11.2015 р.), МКП «АРТ-ГЛАСС» – 179 га (перець солодкий, баклажан, цибуля ріпчаста, картопля рання, довідка – вих. № 62 від 23.12.2015 р.), ТОВ «АТФ «АГРО – ДІЛО» – 96 га (буряк цукровий, акт від 22.02.2016 р.) (додатки А 1 – А 10).

Крім цього, розроблені на основі експериментальних даних та за безпосередньої участі здобувача, «Тимчасові норми водопотреби для краплинного зрошення сільськогосподарських культур в умовах Степу України (рекомендації)» використовуються в Управлінні Північно-Кримського каналу при укладанні договорів на послуги з подачі води з ПКК за умови відсутності приладів з водообліку (довідка – № 04/231 від 13.04.2016 р.) (додаток А 11).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом наукової діяльності здобувача. Усі наукові положення, що виносяться на захист, одержані особисто дисертантом. Безпосередньо автором

проаналізовано сучасний стан досліджень за обраною тематикою, визначено мету та завдання досліджень, розроблено програму і методику досліджень, виконано польові та лабораторні експерименти, опрацьовано, узагальнено і проаналізовано одержані дані, здійснено аналіз і статистична обробку одержаних результатів, сформульовано висновки та рекомендації виробництву, підготовлено матеріали до друку. Друковані праці за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві. У роботах, опублікованих у співавторстві, частка авторства становить 55–85 % і полягає у плануванні, виконанні експериментальних досліджень, узагальненні та опрацюванні отриманих результатів.

Ступінь використання у дисертаційній роботі матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача. Докторська дисертація Шатковського Андрія Петровича є продовженням його кандидатської дисертації, але матеріали у представленій роботі не використовуються.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційних досліджень та основні положення роботи оприлюднені та обговорені на 44 Міжнародних і Всеукраїнських конференціях, з'їздах, семінарах, нарадах, форумах, зокрема на: науково – практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 04–05 грудня 2007 р.); Всеукраїнській науковій конференції «Наукові основи землеробства у контексті змін клімату» (сmt. Чабани Київської області, ННЦ «Інститут землеробства УААН», 21-23 жовтня 2008 р.); 23-й Європейської регіональної конференції «Прогресивні методи управління водними ресурсами для сільськогосподарського виробництва та розвитку сільських територій» (м. Львів, 17-24 травня 2009 р.); VIII з'їзді ґрунтознавців та агрохіміків України «Охороні ґрунтів – державну підтримку» (м. Житомир, 05-09 липня 2010 р.); Міжнародній науково – практичній конференції молодих вчених та студентів «Еколого-збалансоване управління меліорованими ландшафтами» (м. Херсон, ХДАУ, 22-23 квітня 2010 р.); Міжнародній науково – практичній конференції

«Сучасний стан і проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій» (м. Дніпропетровськ, ДДАУ, 29-30 листопада 2010 р.); Международной научной конференции «Достижения науки и передовые технологии по восстановлению засоленных земель и улучшению эксплуатации ирригационных сооружений» (г. Ашгабад, Республика Туркменистан, 02-03 апреля 2011 г.); Міжнародній науково – практичній конференції молодих вчених «Сучасні проблеми водогосподарсько – меліоративного комплексу та шляхи їх вирішення» (м. Херсон, 28-29 квітня 2011 р.); Міжнародній науково – практичній конференції «Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва» (м. Київ, 30 березня 2012 р.); навчальному семінарі «Особливості проведення весняно-польових робіт в умовах 2012 року» (сел. Наддніпрянське Херсонської області, ІЗЗ НААН, 15 березня 2012 р.); Всеукраїнській науково – практичній конференції «Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях» (м. Херсон, 14-16 червня 2012 р.); Міжнародній конференції «Корми і кормовий білок» (м. Вінниця, ІКСГП НААН, 26 червня 2012 р.); «Агропромышленном семинаре от производителей систем капельного орошения открытого и закрытого грунта» (г. Каховка, 30 августа 2012 г.); Международной конференции «Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации» (ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна Московской обл., РФ, 18 октября 2012 г.); Конференції в рамках спеціалізованої виставки «ФРУКТИ. ОВОЧІ. ЛОГІСТИКА» «Овочівництво України. Нові підходи — реальні прибутки» (м. Київ, Виставковий центр «КІЇВЕКСПЛОПАЗА», 22 листопада 2012 р.); Науково – практичній конференції «Сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації» (м. Київ, НУБіП, 13-14 грудня 2012 р.); науково – практичній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України» (м. Київ, 10-11 жовтня 2012 р.); Міжнародній науково – практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації і водного господарства в

забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 05 грудня 2012 р.); науково – практичному семінарі – навчання з питань використання мікрозрошення в умовах Степу Південного України (сел. Наддніпрянське Херсонської області, ІЗЗ НААН, 05 березня 2013 р.); Міжнародній науково – практичній конференції «Водні ресурси України та меліорація земель» (м. Київ, 22 березня 2013 р.); Конференции «Защита растений и специудобрения 2013» (г. Киев, «PREMIER PALACE HOTEL», 24 мая 2013 г.); Міжнародній науково – практичній конференції «Ефективність використання зрошуваних земель» (сел. Наддніпрянське Херсонської області, ІЗЗ НААН, 24-26 червня 2013 р.); Міжнародній науково – практичній конференції «Сучасні напрями селекції овоче-баштанних культур та технологій їх вирощування в умовах глобальних змін клімату» (м. Гола Пристань Херсонської області, ПДСГДС ІВПіМ НААН, 13 вересня 2013 р.); Міжнародному практичному семінарі «Полив цукрового буряку» (Німецький аграрний центр, «KWS», с. Поташ Маньківського району Черкаської області, 08 жовтня 2013 р.); Міжнародній науково – практичній інтернет – конференції «Напрями розвитку сучасних систем землеробства» (м. Херсон, ХДАУ, 11 грудня 2013 р.); науково-практичному семінарі «Проблемні питання овочівництва України в умовах зміни клімату та шляхи їх подолання» (п/в Селекційне м. Мерефа Харківської області, Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 27 лютого 2014 року); Міжнародній науково – практичній конференції молодих вчених «Водогосподарсько – меліоративний комплекс України: реалії, проблеми, перспективи» (м. Херсон, ХДАУ, 24-25 квітня 2014 р.); ІХ з'їзді ґрунтознавців та агрохіміків України «Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України» (м. Миколаїв, 30 червня – 04 липня 2014 р.); Міжнародній науково – практичній конференції «Досягнення та перспективи розвитку водогосподарської галузі: до 100-річчя від дня народження М.А. Гаркуші – першого Міністра меліорації і водного господарства» (м. Київ, Державне агентство водних ресурсів України, 11-12 вересня 2014 р.); Міжнародній

науково – практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації та водного господарства в забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 03 грудня 2014 р.); II-й Міжнародній науково-практичній конференції «Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI ст.» (м. Київ, 04 грудня 2014 р.); 22nd International congress on irrigation and drainage (from 14th September to the 20th September 2014 in Gwangju, Korea); семінари «Особливості вирощування та засоби захисту кукурудзи на зрошенні в умовах Херсонської області» (м. Нова Каховка Херсонської області, ТОВ «Монсанто-Україна», «BASF», «VADERSTAD», 05 лютого 2015 р.); III Міжнародній конференції «Нові підходи – реальні прибутки». Тема 2015 року – «Оптимізація виробничих витрат та прогнозування ризиків в овочевому бізнесі. Підсумки сезону 2014 р. та прогноз на 2015 р.» (м. Київ, журнал «Овощеводство», дирекція виставки «Фрукти. Овочі. Логістика 2015» 12 лютого 2015 р.); Международной научно-практической конференции «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля» (ФГБОУ ВПО РГАТУ, г. Рязань, РФ, 19 февраля 2015 г.); науково-практичній конференції присвяченій Всесвітньому дню води (м. Київ, 20 березня 2015 р.); Міжнародній науково – практичній конференції «Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату» (сел. Наддніпрянське Херсонської області, ІЗЗ НААН, 28-29 травня 2015 р.); нараді – семінарі «Особливості організації та проведення досліджень з краплинного зрошення просапних культур» (с. Привітне Цюрупинського району Херсонської області, ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 09 липня 2015 р.), Міжнародному науково – практичному семінарі «Новітні наукові розробки в галузі рисівництва та краплинного зрошення» (с. Антонівка Скадовського району Херсонської області, Інститут рису НААН, 21 серпня 2015 р.); International Conference «ICID 26th ERC and 66th IEC Meeting /Irrigation/» (11-16 oct. 2015, Montpellier, France); Міжнародній науково – практичній інтернет –

конференції «Інноваційні розробки – підвищенню ефективності роботи агропромислового комплексу» (сел. Наддніпрянське Херсонської області, ІЗЗ НААН, 25 листопада 2015 р.), Міжнародній науково – практичній конференції «Перспективні напрями розвитку водного господарства, будівництва і землеустрою» (м. Херсон, ХДАУ, 19-20 травня 2016 р.).

Крім цього, основні науково – теоретичні та практичні положення результатів дисертаційних досліджень висвітлено у наукових працях автора, доповідались на засіданнях секції «Сільськогосподарські меліорації» ІВПіМ НААН, вчених і координаційно-методичних радах Інституту водних проблем і меліорації НААН, Інституту овочівництва і баштанництва НААН та Інституту південного овочівництва і баштанництва НААН (нині – Південна державна сільськогосподарська дослідна станція ІВПіМ НААН).

Публікації. Основні результати дисертаційних досліджень опубліковано в 112 наукових працях, у тому числі 7 – монографій, наукових видань і навчальних посібників, 22 – статті у фахових виданнях України, 6 – у закордонних періодичних виданнях, 5 – патентів, 6 – ДСТУ та відомчих нормативних документів, 14 – науково-методичних і практичних рекомендацій, 26 – статті у періодичних виданнях, 26 – тези (матеріали) конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 496 сторінках загального тексту комп'ютерного набору, у тому числі – основного тексту – 288 сторінок. Рукопис дисертації містить вступ, перелік умовних позначень, символів, одиниць і термінів, дев'ять розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел та додатки. У роботі наведено 72 таблиці, 80 рисунків, 15 додатків. Список використаних літературних джерел налічує 762 найменування, із них 26 – латиницею.

Дисертант висловлює щиру подяку за практичну допомогу, цінні поради та консультації науковим співробітникам, технікам і лаборантам

відділу зрошення Інституту водних проблем і меліорації НААН, Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН, Кам'янсько-Дніпровської та Південної сільськогосподарської дослідних станцій ІВПіМ НААН.

Особлива вдячність – науковому консультанту, доктору технічних наук, професору, академіку НААН, Заслуженому діячеві науки і техніки України Ромашенку Михайлу Івановичу за надану можливість, уважне ставлення до проведених досліджень: на всіх етапах підготовки дисертаційної роботи його допомога та консультації були визначальними.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ

СПРЯМОВАНOSTІ

ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1 Краплинне зрошення просапних культур. Історія, сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку в світі та в Україні

Основним напрямом розвитку світового економічного господарства на початку ХХІ ст., в тому числі й галузей пов'язаних із виробництвом сільськогосподарської продукції, є розробка і впровадження ресурсоощадливих, енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій. В зрошуваному землеробстві цей напрям реалізують на основі впровадження технологій і технічних засобів мікрозрошення [280, 494, 638].

Термін «мікрозрошення» (від грецького *μικρος* – малий) вперше було введено у практику в ході дискусії учасників Міжнародної конференції МКІД у 1986 р. в м. Будапешті [370, 551]. Головними конструктивними ознаками способів мікрозрошення є дозоване, дискретне, з мінімальними непродуктивними втратами, під відносно низьким тиском та з малою інтенсивністю подавання поливної води із розчиненими в ній елементами живлення, хімреагентами, засобами захисту, стимуляторами чи регуляторами росту рослин у зону найінтенсивнішого розвитку кореневої системи рослин [118, 294, 286, 550, 639, 640].

Перелічені основні конструктивні ознаки можуть бути повністю або частково реалізовані на системах: краплинного зрошення із наземним і підґрунтовым розміщенням ПТ, мікродощування, краплинно-ін'єкційного та краплинно-імпульсного поливу, підкоронового та надкоронового дощування, мікроструминного та дрібнодисперсного (аерозольного) зрошення [219, 285, 550, 551].

Найпрогресивнішим на сьогодні способом поливу просапних сільськогосподарських культур є краплинне зрошення, ефективність якого становить 90-98 %. В цьому важливому аспекті згадана ефективність обумовлюється отриманням високих рівнів врожайності нормативної якості за рахунок підтримання оптимальних водного, поживного і повітряного режимів ґрунту за одночасної економії питомих витрат води на формування одиниці врожаю та мінімізації непродуктивних втрат вологи [495, 496, 641].

За даними американської фірми «Siris International» [547] ідея локального зволоження ґрунту виникла у Німеччині, де у 1880 р. (за іншими даними – 1860 р. [253]) було проведено перші дослідження з використанням коротких керамічних труб із відгалуженнями. Цю концептуальну ідею розвинув на початку 30-х років ХХ ст. ізраїльський інженер-гідротехнік Сімха Бласс (Simha Blass, 1897-1982 рр.), якого фахівці вважають винахідником краплинного зрошення. Свою першу експериментальну систему він розробив у 1959 р., а в 1963 р. він сконструював і запатентував першу промислову систему поверхневого краплинного зрошення [231, 235]. Аналогічна система з'явилась в США у 1964 р. [393]. В 1965 р. Сімхою Блассом на базі та спільно із кібуцом Хацерім (Hatzetim) створено приватну інженерно-технологічну компанію «NETAFIM™», яка й донині є одним із світових лідерів у сфері краплинного зрошення [235].

Передумовою широкого промислового впровадження систем краплинного зрошення стало відкриття поліетилену низького тиску і поліетилену високого тиску та розвиток на цій основі виробництва пластмас [165, 497, 498, 522].

В бувшому СРСР, не зважаючи на існування умовної «залізної зависи», розробки у сфері мікрозрошення виконувались нашими вченими практично паралельно із зарубіжними колегами. Встановлено, що піонерні дослідження із вивчення підґрунтового локального зрошення (за допомогою гончарного труб) було проведено у 1927-1929 рр. в тодішній Кримській АССР. В Україні дослідження впливу краплинного зрошення на систему

«грунт-рослина-навколишнє середовище» було розпочато в кінці 60-х – на початку 70-х років ХХ ст. Українським науково-дослідним інститутом зрошувального садівництва (нині – Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренка Інституту садівництва НААН), Українським науково-дослідним інститутом гідротехніки і меліорації (нині – Інститут водних проблем і меліорації НААН) та інститутом «Укрдніпроводгосп» (нині – ВАТ «Укрводпроект»). На 1980 р. в Україні було понад 400 га промислових СКЗ садів та виноградників. Завдяки ряду технологічних переваг щороку вводились в дію сотні гектарів СКЗ багаторічних насаджень. Натомість краплинне зрошення просапних культур не відразу отримало широке розповсюдження, хоч ефективність його застосування на цих культурах було доведено науковими дослідженнями ще у 70-х роках ХХ ст. [118, 128, 292, 397, 688, 689, 703, 733]. Стримуючим фактором його розвитку була відсутність на той час в країні технічних засобів, необхідних для промислового впровадження таких систем.

Дослідження з розроблення конструкцій систем підгрунтового локального зрошення і технологій поливу просапних культур (овочевих, картоплі, буряку кормового, гороху) було проведено в 60-х роках ХХ ст. під керівництвом Лабоди В.Г. та Остапчика В.П. на Кримській дослідно-меліоративній станції УкрНДГіМ на площі 7 та 21 га [231, 434].

Дещо пізніше, з 1974 р., з метою вивчення ефективності поверхневого краплинного зрошення просапних культур у колгоспі «Прогрес» Великомихайлівського району Одеської області вперше в Україні було змонтовано експериментальний дослідний полігон краплинного зрошення просапних культур. За період досліджень (1975-1978 рр.) було встановлено основні параметри технологій краплинного зрошення томата, огірка, кукурудзи на зерно, буряка цукрового і кормового, а саме:

- досліджено вплив краплинного зрошення на продуктивність просапних культур;
- визначено основні параметри технологій поливу;

- досліджено можливість механізованого переміщення поливних трубопроводів з позиції на позицію;
- досліджено вплив краплинного зрошення на сольовий склад ґрунту;
- виконано економічну оцінку технології краплинного зрошення просапних культур на невеликих прифермських ділянках.

Керівником та ідеологом цієї НДР був к.с.-г.н. В.В. Ізюмов, а підсумком цих досліджень став захист Морозом П.А. у 1981 р. в УкрНДГІМ кандидатської дисертації на тему: «Исследование капельного орошения полевых культур на юге Украины» [397, 398].

З 1992 р. Центром мікрозрошення ГІМ УААН було відновлено дослідження зі встановлення доцільності та ефективності застосування краплинного зрошення для поливу овочевих, баштанних культур та арахісу в умовах відкритого ґрунту. Дослідження проводили в рамках НДР за завданням 01.04 «Розробити і впровадити нові технічні засоби і технології мікрозрошення інтенсивних насаджень плодкових і ягідних культур, винограду на малопродуктивних землях, а також овочевих і баштанних культур у відкритому ґрунті для умов України» [487, 488]. Керівник науково-дослідної роботи – Ромащенко М.І. Відповідно до завдання на цих ділянках було проведено експериментальні дослідження з розроблення та обґрунтування технологій краплинного зрошення огірка, томата, кавуна та арахісу. У 1992-1994 рр. Центром мікрозрошення ГІМ було побудовано дослідні ділянки краплинного зрошення просапних культур у ДГ «Інституту зрошувального землеробства УААН» (нині – ІЗЗ) на площі 1,5 га, у ДГ «Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва УААН» (нині – ПДСГДС ІВПіМ НААН) на площі 12,2 га та на землях Донецької дослідної станції овочівництва (нині – Донецька дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН) на площі 3,1 га. На цих системах було змонтовано краплинні трубопроводи типу «Агро Дріп», виробництво яких за часів колишнього СРСР було налагоджено в Молдавській РСР. Результати досліджень висвітлено в численних роботах: наукових звітах, авторефератах

дисертацій Ромащенко М.І., Лимаря В.А. [322, 497], публікаціях Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Васюти В.В., Лимаря В.А., Малярчука С.В., Жаріна С.І. [74, 323-326, 353, 499-502, 589].

Починаючи із 1997 р. в Україні розпочався новий етап промислового застосування технологій краплинного зрошення в овочівництві відкритого ґрунту – компанією ЗАТ СП «Саус Фуд, Інк.» (нині – ЗАТ «Чумак») у Каховському районі Херсонської області було реалізовано пілотний проект промислового застосування краплинного зрошення для вирощування овочевих культур [118, 706].

Першим зарубіжним постачальником СКЗ для поливу просапних культур на теренах України була американська компанія «T-SYSTEMS INTERNATIONAL, INC.», яка пропонувала систему на базі плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями типу «T-TAPE TSX». Практично монопольна присутність цієї компанії протягом 1997-2001 рр. на ринку краплинного зрошення України пояснює високу вартість облаштування 1 га поля системою поливу: тоді вона сягала 2,5-3,2 тис. у.о. Але починаючи з 2001 р. відбулось значне розширення ринку СКЗ: збільшилась кількість компаній, які працюють у цій сфері, збільшились обсяги та географія застосування. З появою на ринку конкуренції, налагодження власного виробництва комплектуючого обладнання, налагодження кредитної політики комерційними банками сприяло збільшенню у 2004 р. об'ємів впровадження краплинного зрошення вдвічі і зниженню вартості 1 га системи до 2 разів.

Сьогодні в Україні на ринку краплинного зрошення працюють понад 100 компаній та організацій. Найбільшими з них є: «A.I.K. Ltd.» (ТОВ «Аква-Віта»), «NETAFIM™», ТОВ «Іригатор Україна», ТОВ «ТерраГарса Україна», ТОВ «Сантехпласт», ТОВ «Уніфермаг», Інститут водних проблем і меліорації НААН, ЗАТ «Агріматко-Україна», ТОВ НВП «Іригаційні системи», ПП «Полив», ТОВ НВП «Гідротехнології», ДП «Проектно-технологічне бюро» ІВПіМ НААН, ПП «Джерело»,

ТОВ «Техносервіс», НВК «Роста», ТСК «Барвінок», ПП «Завод «ФАКЕЛ», ВАТ «Сизакор», ПП «Біолог», ПП «АМІ», ДП «Кримпласт», ТОВ «УАТ», ТОВ «Украгротехнології», завод «Електронмаш», ПП «Рейн Майстер», ВКП «Техноводбуд», «Agro SRV» та ін. Висока насиченість ринку мікрозрошення в Україні свідчить не тільки про наявність здорової конкуренції, а й про наявну можливість сільгоспвиробника оптимального вибору варіанта конструкції СКЗ за співвідношенням «ціна-якість».

Досить динамічно на початку 2000-х років зросли в Україні і площі просапних культур, які зрошують за допомогою систем краплинного поливу: якщо у 2000 р. їх налічувалось 3,1 тис. га, то у 2013 р. – близько 46 тис. га або у майже у 15 разів більше (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Динаміка площ краплинного зрошення просапних культур в Україні (1997-2015 рр.) [740]

У 2013 – 2014 рр. відмічаємо деяке скорочення площ КЗ просапних культур, викликане з одного боку економічною кризою (у т.ч. – девальвацією національної валюти), з іншого – анексією АР Крим та східних регіонів України. Не зважаючи на це, у 2015 р., у загальній структурі посівних площ під краплинним зрошенням саме просапні культури займають найбільший клин – 62 % (рисунок 1.2). В основному – це овоче-баштанні культури та картопля – 53 %, решта (близько 9 %) інші просапні – кукурудза

на зерно, буряк цукровий, соя, соняшник, лікарські та ефіроолійні культури та ін.

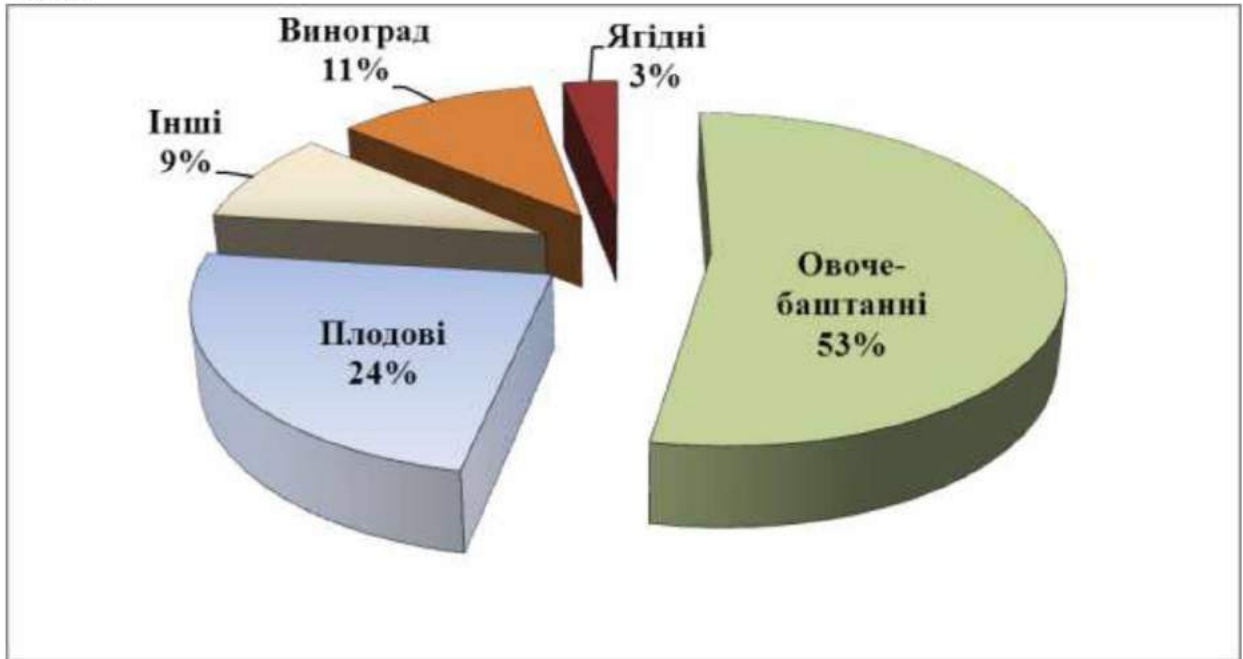


Рисунок 1.2 – Структура площ краплинного зрошення сільськогосподарських культур в Україні (2015 р.)

Найбільші площі краплинного зрошення просапних культур розташовано у Херсонській області – 56 % усіх наявних в Україні. Широко застосовують КЗ просапних культур також у Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській і Запорізькій областях (рисунок 1.3).

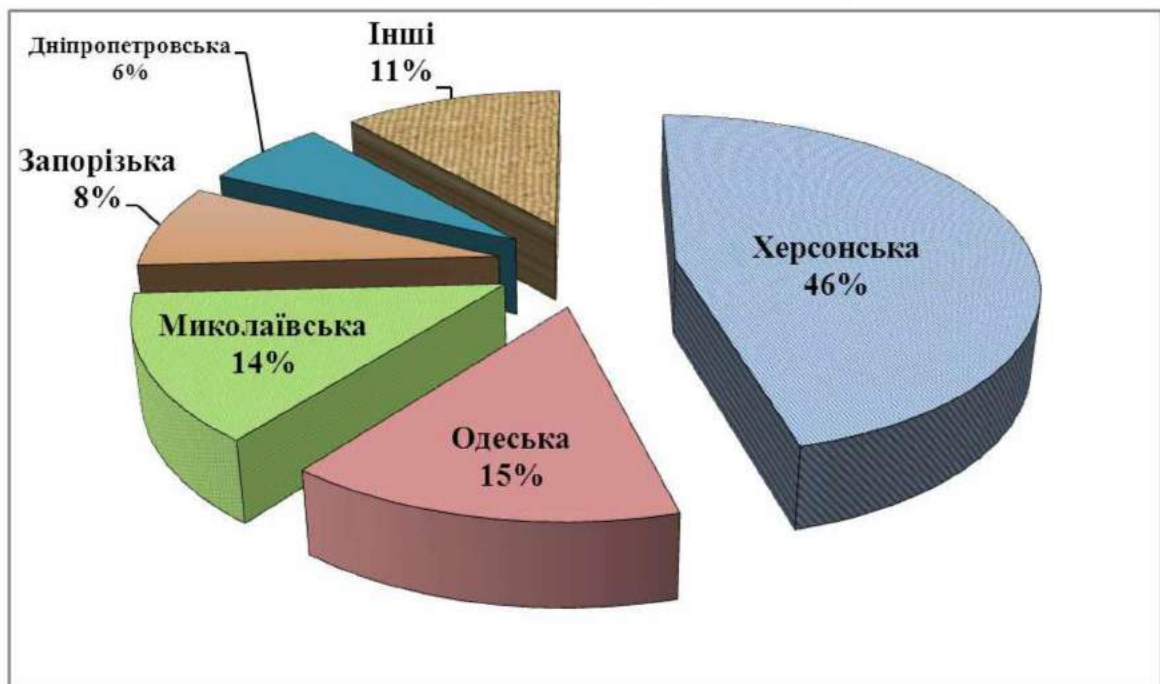


Рисунок 1.3 – Розподіл площ краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур у розрізі регіонів України (2015 р.)

Тобто, на сьогодні, на зону Степу припадає біля 90 % усіх площ КЗ просапних сільськогосподарських культур. Проте, останнім часом (2009-2014 рр.) спостерігається тенденція зростання площ просапних культур під краплинним зрошенням у центральному, західному і північному регіонах України, головним чином у Вінницькій, Закарпатській, Черкаській, Київській, Полтавській, Кіровоградській, Дніпропетровській та Львівській областях.

Важливим фактором у популяризації краплинного зрошення просапних культур відіграють, безумовно, дослідження вітчизняних вчених установ НААН з розробки та наукового обґрунтування різних елементів технологій вирощування цих культур. Лише за останні 10-15 років з цих питань було закладено та проведено десятки польових стаціонарних дослідів. Більшість розробок отримали реальне впровадження у виробництві, на їх основі захищено дисертаційні роботи, підготовлено численні науково-практичні рекомендації, посібники та нормативні документи.

Зокрема, розробленню та науковому обґрунтуванню елементів вирощування **томату** за краплинного зрошення присвячено праці Ромащенко М.І., Шатковського А.П., Черевичного Ю.О. (ІВПіМ) [157, 495, 502, 503, 588, 642, 643, 644], Ушкаренка В.О., Пуценка Д.О. (Херсонський державний аграрний університет) [474, 475, 608, 609, 613], Гамаюнової В.В., Юхименко К.М., Рябіної Н.А. (Миколаївський національний аграрний університет) [538, 539, 707, 708], Лимаря В.А., Лимаря А.О., Кашеєва О.Я., Богданова В.А. (ПДСГДС) [232, 318, 327], Васюти В.В., Люти Ю.О., Малишева В.В., Степанова Ю.О., Косенка Н.П. (ІЗЗ) [75, 76, 77, 78, 591], Сторчоуса В.М. (Кримський філіал ІГіМ УААН) [577], **картоплі** – Ромащенко М.І., Шатковського А.П., Яцюк З.Ф., Капелюхи Т.А. (ІВПіМ – КДДС) [242, 243, 496, 505, 506, 589], Писаренка В.А., Головацького О.І., Балашової Г.С., Черниченка М.І., Лавриненка Ю.О., Писаренка П.В., Юзюк С.М. (ІЗЗ) [22, 101, 308, 409, 446, 631], Кожушко Н.С., Савченко П.В., Сахошко М.М. (Сумський національний аграрний університет) [262], **огірка**

– Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Матвійця О.Г., Матвійця А.О. (ІВПіМ) [358, 483, 508, 509, 589], Васюти В.В. (ІЗЗ) [79-82], Вітанова О.Д., Кирюхіна С.О. (Інститут овочівництва і баштанництва НААН) [93, 254-257, 729], **моркви** – Ромащенко М.І., Шатковського А.П., Корюненко В.М. (ІВПіМ) [151, 152, 507, 510, 647, 648, 650], Лимаря А.О., Лимаря В.А., Наумова А.О. (ПДСГДС) [319, 328, 410], Малишева В.В., Писаренка П.В. (ІЗЗ) [352, 452], Вітанова О.Д., Германа Л.Л., Кирюхіна С.О. (Інститут овочівництва і баштанництва НААН) [100], **капусти білоголової** – Ромащенко М.І., Шатковського А.П., Дячка О.В. (ІВПіМ) [511, 589, 651], Овчарук В.І., Мулярчук О.І. (Національний університет біоресурсів та природокористування) [418], **баклажану** – Шатковського А.П., Ромащенко М.І., Корюненко В.М. (ІВПіМ) [147, 504, 642, 643, 652, 653], Лимаря В.А., Наумова А.О. (ПДСГДС) [147], **перцю солодкого** – Шатковського А.П. (ІВПіМ) [146, 642, 643, 654, 655], Лимаря В.А., Наумова А.О. (ПДСГДС) [146], Ромащенко М.І., Матвійця О.Г., Матвійця А.О. (ІВПіМ) [359, 360, 589, 482], Калашника В.Ф. (ІОБ) [239], **цибулі ріпчастої** – Ромащенко М.І., Шатковського А.П., Черевичного Ю.О. (ІВПіМ) [512, 513, 656, 657], Васюти В.В. Журавльова О.В., Люти Ю.О., Косенко Н.П., Степанова Ю.О., Малишев В.В., Мартиненко Т.А., Дишлюка В.Є. (ІЗЗ – НААН) [83, 84, 169, 354, 355, 591, 201, 623], Лимаря А.О., Лимаря В.А., Наумова А.О. – Гамаюнової В.В., Задорожнього Ю.В. (ПДСГДС – Миколаївський національний аграрний університет) [109, 148, 317, 593], Даніліної А.С., Семенченко О.Л. (Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН) [145], **кукурудзи цукрової** – Шатковського А.П., Павловського В.Т. (ІВПіМ) [496, 590, 659, 660], Онопрієнка Д.М., Хорешкова С.А. (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет – КДДС) [622], Лиховида П.В. (Херсонський державний аграрний університет) [337, 338, 339, 340], **буряку столового** – Шатковського А.П. (ІВПіМ) [590, 645], Васюти В.В., Люти Ю.О., Косенко Н.П., Степанова Ю.О. (ІЗЗ) [63, 85, 86,

345, 346], Вітанова О.Д., Томаха Є.О. (Інститут овочівництва і баштанництва НААН) [149], **кабачка, гарбуза** – Шатковського А.П., Книша В.І. (ІВПіМ – ПДСГДС) [590, 646, 661], **часнику** – Шатковського А.П. [658, 496]. **кавуна** – Ромашенка М.І., Шатковського А.П., Дячка О.В. (ІВПіМ) [515], Ромашенка М.І., Корюненка В.М., Малярчука С.В., Лимаря А.О., Кашеєва О.Я. (ІГіМ – ХСДСБ) [500, 524, 353], **дині** – Ромашенка М.І., Шатковського А.П., Фролова В.В., Косачова С.П. (ІВПіМ – ХСДСБ (ПДСГДС) [287, 514, 590] **люцерни** на насіннєві цілі – Писаренка П.В., Голобородька С.П., Тищенко А.В., Лужанського І.Ю. (ІЗЗ), [597, 598, 599, 451, 484], Сторчака М.В. [576], **сої** – Писаренка В.А., Головацького О.І. (ІЗЗ) [446], Ромашенка М.І., Шатковського А.П. (ІВПіМ) [516-518, 662, 663], **буряку цукрового** – Бутова В.М., Коцюрубенко Н.І., Оглобліна В.М. (Миколаївська ДСГДС ІЗЗ НААН) [65, 66], Опанасенка Г.П., Гізбулліна Н.Г., Андреева Л.С., Дороніна В.А., Моргуня І.А. (Інститут біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН) [115, 427], Шатковського А.П., Журавльова О.В., Черевичного Ю.О. (ІВПіМ) [495, 664, 665, 666, 677], Писаренка П.В., Пілярського В.Г. (ІЗЗ) [102, 453], **кукурудзи на зерно** – Шатковського А.П., Журавльова О.В., Черевичного Ю.О. (ІВПіМ) [495, 666-669, 739], Лавриненка Ю.О., Писаренка П.В., Рубана В.Б., Коковіхіна С.В. (ІЗЗ) [309-313, 408, 537, 753], Дудки В.В. (ТОВ «АгроАналіз») [188], Енвера Шабанова (агроном–консультант) [635], **соняшнику** – Шелудька О.Д., Гонтарука В.Т. та ін. (ІЗЗ) [690], Коваленка А.М. (ІЗЗ) [103], **арахісу** – Снігового В.С., Лимаря В.А., Ревуцького О.Ю., Майданюка В.А. (ПДСГДС) [322-326, 350, 566, 479], **лікарських та ефіроолійних рослин** – Шатковського А.П., Приведенюка Н.В., Губаньова О.Г., Глущенко Л.А., Устименко О.В. (ІВПіМ НААН – Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології та природокористування НААН) [150, 590, 670, 671, 673, 674], Орел Т.І. (Нікітський ботанічний сад – ННЦ НААН України) [429], Кохно Н.О. (Новочеркаська державна меліоративна академія, РФ) [291] та ряд ін.

Очевидно, що існуючі тенденції розвитку краплинного зрошення в Україні є відображенням загальносвітових та проходять у тісному взаємозв'язку із загальносвітовою практикою.

Статистика показує, що починаючи із кінця 60-х років ХХ ст. відмічається стрімке, а з 80-90-х років ХХ ст. – планомірне зростання площ сільськогосподарських угідь, які поливають способами мікрозрошення (рисунок 1.4). За даними звіту МКІД за 2014-2015 рр. [759], станом на 2013 р., у світі налічувалось понад 11,13 млн. га таких сільськогосподарських угідь (додаток Б).

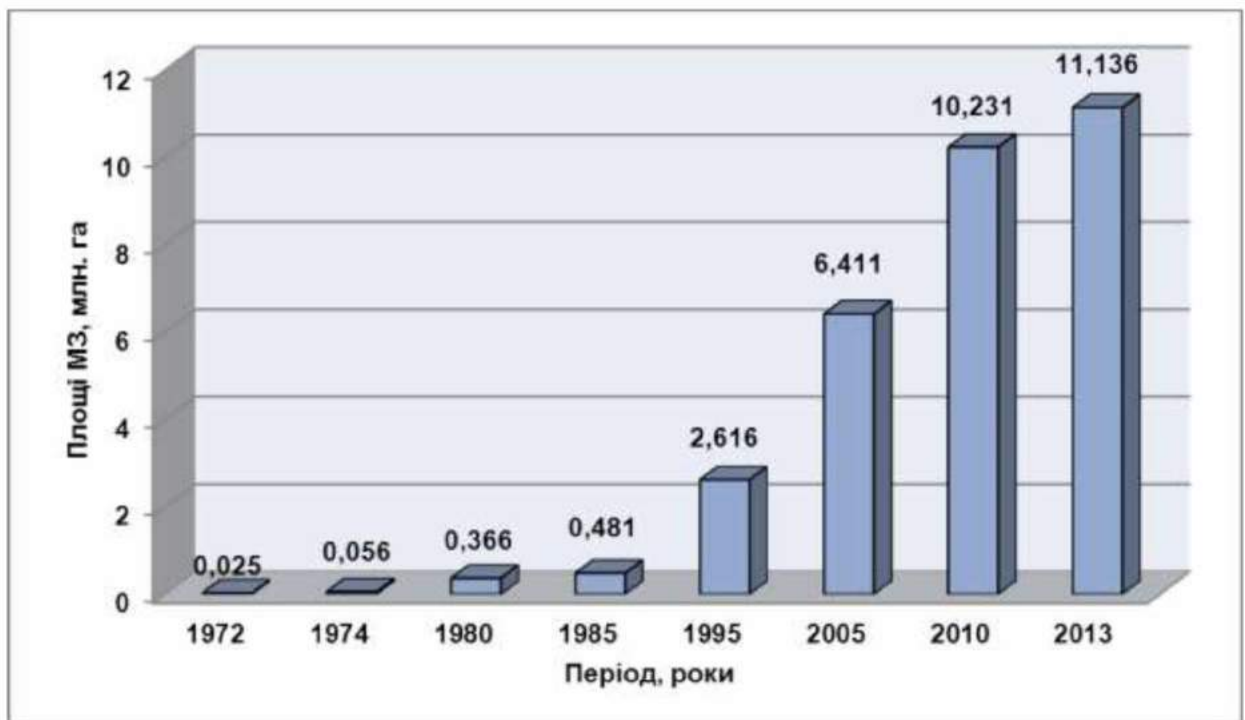


Рисунок 1.4 – Динаміка площ сільськогосподарських угідь у світі, які поливають способами мікрозрошення, млн. га [756, 758, 759]

На сьогодні найбільше поширення способи мікрозрошення отримали в Індії, Іспанії, Китаї, США, Бразилії, Ізраїлі, Італії, Ірані, Туреччині, Кореї, Південній Африці, Австралії та ін. [240, 759] (додаток Б). На частку перелічених країн припадає понад 90 % від загальносвітового об'єму використання способів мікрозрошення. Україна з об'ємами близько 68-76 тис. га краплинного зрошення (2013-2015 рр.) займає 18-е місце у світі за цим показником [759].

Ключовим технічним елементом, який визначає технічний рівень та надійність СКЗ безперечно є крапельниця. За майже 50-річний період свого розвитку в технічному плані крапельниці пройшли значний шлях – від першої крапельниці, що була у вигляді поліетиленової трубки невеликого діаметра у вигляді спіралі чи просто прямолінійного її відрізка певної довжини, до технічно складного елемента, в якому відбувається не лише зниження тиску та дозування витрати, а й регулювання витрати за зміни робочого тиску і створення режиму течії, що мінімізує можливість відкладання осаду (рисунок 1.5).

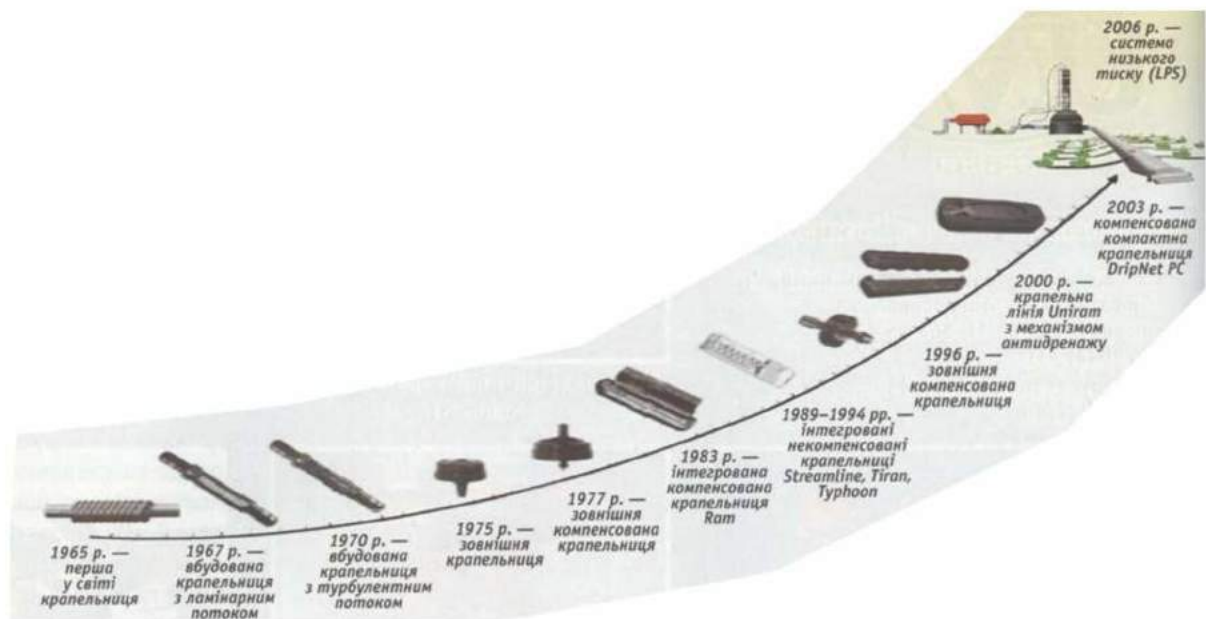


Рисунок 1.5 – Еволюція краплинного водовипуску (крапельниці)
(на прикладі компанії «NETAFIM™», 1965-2006 рр. [294, 299])

Однією із останніх інноваційних розробок компанії «NETAFIM™» є система краплинного зрошення низького тиску «LPS™». Ця система передбачає використання магістральних трубопроводів з більшими діаметрами, що дозволяє мінімізувати втрати тиску по довжині трубопроводів. Також особливістю LPS™-системи є наявність у голові СКЗ вертикальної водонапірної труби висотою 7 м, призначенням якої є підтримання заданого тиску у магістральних та розподільчих трубопроводах у межах одного поливного модуля (рисунок 1.6). Така конструктивна

особливість забезпечує подавання в магістральний трубопровід поживного маточного розчину добрив, хімреагентів тощо. В цілому використання LPS™-системи забезпечує зниження енерговитрат на подавання поливної води до ПТ порівняно із іншими (традиційними) конструкціями СКЗ, де використовують більш високий тиск. Крім цього, використання для підтримання заданого тиску в мережі вертикального водонапірного трубопроводу усуває необхідність застосування регуляторів тиску на розподільчих трубопроводах, що спрощує експлуатацію та знижує вартість системи зрошення.

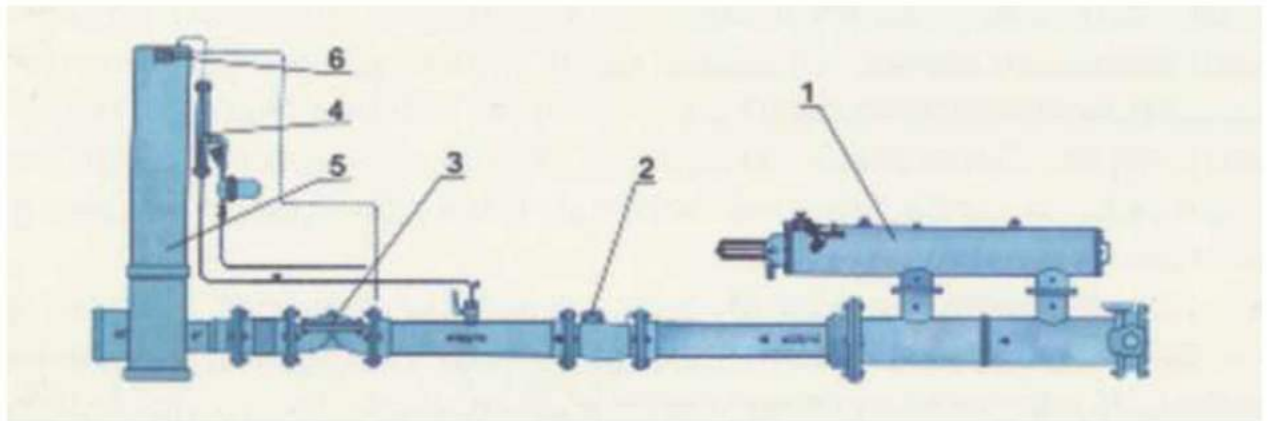


Рисунок 1.6 – Конструктивна схема «голови» системи поливного боку LPS™

- 1 – автоматична фільтростанція типу «Filtomat M100-6800»; 2 – лічильник води; 3 – регулятор тиску; 4 – інжектор типу «Venturi»; 5 – вертикальна водонапірна труба; 6 – поплавок

У якості ПТ на системі LPS™ монтують краплинні лінії типу «Streamline 16060» з витратою до 0,5 дм³/год., що дозволяє значно збільшити площу одночасного поливу і зменшити діаметри розподільчих і ділянкових трубопроводів.

В цілому використання LPS™-системи забезпечує зниження енерговитрат на подавання поливної води до ПТ порівняно із іншими (традиційними) конструкціями СКЗ, де використовують більш високий тиск. Варто зазначити, що LPS-систему можливо використовувати лише на ділянках із рівнинним рельєфом.

Основні перспективи і тенденції розвитку краплинного зрошення в Україні наступні [280, 519]:

1. Поступове зростання площ краплинного зрошення (до 150-175 тис. га) та розширення сфери його застосування. Фактори, які стимулюють ці процеси: зростання експортного потенціалу, тенденції до змін клімату у бік посушливості, зростання вартості поливної води тощо [216].

2. Ресурсо- та енергозбереження: мінімізація витрат на систему краплинного зрошення і на проведення поливів (як складова зниження собівартості сільськогосподарської продукції).

2.1 Використання систем краплинного зрошення багаторічного терміну експлуатації не тільки для поливу багаторічних культур, а і для овочевих, картоплі, баштанних та інших просапних.

2.2 Поширення систем підгрунтового краплинного зрошення («*subsurface drip irrigation*») (SDI) для поливу як просапних сільськогосподарських культур, так і культур суцільної сівби, у т. ч. зернових [675].

2.3 Використання поливних трубопроводів з крапельницями із компенсацією тиску, які забезпечують більш рівномірний розподіл води та добрив.

2.4 Зниження енергоємності зрошування за рахунок зменшення тиску в мережі та витрат крапельниць, що, в свою чергу, обумовлює зменшення діаметрів трубопроводів (відповідно – матеріалів на їх виготовлення), збільшення площі одночасного поливу, зменшення витрат електроенергії, яке досягається використанням енергозберігаючого насосно-силового обладнання, багатотарифних лічильників електроенергії, проведенням поливів у нічний час тощо.

2.5 Удосконалення управління поливом в цілому та оптимізація водного режиму ґрунту завдяки використанню автоматичних станцій вологості ґрунту, метеостанцій, різноманітних датчиків вологості ґрунту та систем автоматичного і автоматизованого управління поливами, ГІС-

технологій тощо. За цього основною метою зрошення буде отримання оптимальної, а не максимальної врожайності сільськогосподарських культур, і як наслідок – зменшення питомих витрат поливної води завдяки можливості підтримання вищого рівня передполивної вологості ґрунту виключно у критичні фази росту рослин, а в інші – формування помірною режиму зволоження.

Це, у свою чергу, значно скоротить не продуктивні втрати поливної води. За нашими розрахунками сьогодні із 4500-6000 м³/га норми зрошення за вирощування овочевих культур – до 25 % поливної води використовується не ефективно (інфільтрація за межі кореневого шару ґрунту, фізичне випаровування).

2.6 Удосконалення систем удобрення (фертигації) і внесення засобів захисту рослин з поливною водою як обов'язкової складової зрошення. За цього варто використовувати дещо дешевші вітчизняні види розчинних добрив, дискретне їх внесення, більшу частину – з поливом. Ширше застосувати внесення пестицидів з поливною водою, особливо інсектицидів з сильно вираженою кореневосистемною дією препарату (Актара, Конфідор, Танрек, Варант тощо).

2.7 Використання альтернативних джерел енергії для водопостачання систем краплинного зрошення.

Сьогодні є світовий досвід (Ізраїль, США, Іспанія, Австралія), коли для підйому і подачі води в напірну систему краплинного зрошення використовують альтернативні джерела енергії (геліо- і вітроелектростанції). Цей напрям є перспективним також і для України, особливо для зони Степу, де є вітри та багато сонячної енергії. Для промислового впровадження таких систем необхідне проведення детального техніко-економічного обґрунтування проєктів. Попередні розрахунки показують, що окупність цих проєктів становить від 6 до 9 років. У свій час – у 1992-1993 рр., такий новаторський проєкт було реалізовано на базі ДП

«ДГ «Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва УААН» (с. Великі Клини Голопристанського району Херсонської області).

3. Зростатиме роль екологічної складової технологій краплинного зрошення (цей аспект в основному стосується впливу краплинного зрошення на властивості ґрунтів та якість сільськогосподарської продукції):

3.1 Пошук технічно та економічно ефективних способів утилізації поливних трубопроводів, які відпрацювали свій нормативний термін експлуатації.

3.2 Введення у зрошувану сівозміну цінних агроеліоративних культур, вирощування яких є рентабельним на краплинному зрошенні: сої на насіння, бобових овочевих культур, «баштанний пар» – кавун, диня, гарбуз голонасінний, кабачок ранній), люцерни на насіннєві цілі тощо.

3.3 Використання систем краплинного зрошення для проведення хімічних меліорацій.

3.4 Запровадження системи контролю якості продукції на етапі реалізації технологій вирощування сільськогосподарських культур.

3.5 Застосування краплинного зрошення в технологіях органічного землеробства.

4. Розширення видового і сортового складу сільськогосподарських культур.

Сорти та гібриди постійно вдосконалюють, у т. ч. методами генної інженерії. Як показує практика високопродуктивні гібриди, які краще реагують на зрошення, є більш стійкими проти хвороб і шкідників саме в умовах зрошення.

5. Використання краплинного зрошення у технологіях вирощування енергетичних культур.

Для прикладу: за результатами досліджень Інституту водних проблем і меліорації НААН технологія краплинного зрошення буряка цукрового в умовах Степу Північного забезпечує отримання від 200 до 260 т/га біомаси.

Зважаючи на тенденції енергетичного ринку реалізація таких проектів в Україні стає все більш доцільною.

6. Розробка та застосування нових матеріалів на основі біосировини для трубопроводів систем краплинного зрошення, які в перспективі мають замінити екологічно шкідливі матеріали.

Сьогодні в світі приділяється багато уваги створенню таких матеріалів, які під впливом абіотичних природних факторів відносно швидко розкладаються (від 50 днів до 1 року) і не забруднюють навколишнє природне середовище [280].

Висновок. Розвиток технологій та технічних засобів краплинного зрошення, відповідно до наведених тенденцій, створить передумови для практично безальтернативного використання краплинного зрошення для поливу всіх просапних та багаторічних культур через 10-15 років – тобто в період, який за існуючими прогнозами буде характеризуватись значним загостренням продовольчої кризи та зростанням дефіциту водних ресурсів на планеті.

1.2 Народного господарське значення досліджуваних просапних культур в продовольчій безпеці держави та шляхи підвищення їх валового виробництва

Просапні культури – це група сільськогосподарських рослин, для оптимального росту і розвитку яких необхідні порівняно більша площа живлення, ніж для сільськогосподарських культур звичайного рядкового і вузькорядного посіву, а також міжрядний обробіток ґрунту [558]. До основних просапних культур, які традиційно вирощують в ґрунтово-кліматичних умовах України, належать: зернові, зернобобові та круп'яні – кукурудза, соя, квасоля, горох, арахіс, гречка, сорго, просо; технічні (бурак цукровий, соняшник, сафлор красильний); більшість овочевих, баштанних

культур і картопля. Просапні культури, зазвичай, сіють пунктирним способом з широкими міжряддями, в деяких випадках (наприклад, овоче-баштанні) – розсадним методом [330, 406, 430, 607]. Доведено, що включення просапних культур у сівозміну підвищує її ефективність та культуру землеробства [412, 549, 552, 553].

Вибір того чи іншого виду сільськогосподарської культури для дисертаційного дослідження було обумовлено з одного боку важливим їх значенням для аграрного сектору економіки держави (кукурудза на зерно, соя, буряк цукровий, картопля рання), а з іншого – недостатнім вивченням основних елементів технології краплинного способу поливу цих культур (перець солодкий, баклажан, цибуля ріпчаста, кукурудза цукрова, кавун).

Кукурудза (*Zea mays*). Безперечно, кукурудза – одна із найважливіших сільськогосподарських культур у світі, значення якої важко оцінити. Варто лише зазначити, що частка кукурудзи у загальносвітовому виробництві зерна (пшениця, рис, ячмінь, жито, овес та ін.) є найбільшою і останніми роками становить від 29,5 до 34,2 %. Щорічний загальносвітовий об'єм виробництва зерна кукурудзи має тренд до зростання – з 420,4 млн. тонн в 1979 р. до рекордного майже 1 млрд. тонн у 2014/2015 МР. Об'єм виробництва, в основному, відбувся за рахунок удосконалення технологій вирощування та селекційної роботи і, як наслідок, – зростання середньої врожайності. Разом з цим, площі в світі під цією культурою також зросли: з 125,4 млн. га (2000 р.) до 153,8 млн. га в 2010 р. [300, 304, 626].

Кукурудзу вирощують на зерно та для виробництва кормів, а основними продуктами її переробки є борошно, крупа, крохмаль, сироп, декстрини, спирт, глюкоза, олія тощо, а в останнє десятиріччя – біоетанол, біодизель та біогаз [304].

Найбільшими світовими виробниками (2013/2014 МР) кукурудзи є США (353,7 млн.тонн, 36,6 %), Китай (217,1 млн.тонн, 22,4 %) та Бразилія (70,6 млн.тонн, 7,2 %) – на частку цих країн припадає біля 2/3 від загальносвітового об'єму.

За останні 5-7 років кукурудза в Україні, так би мовити, «зробила стрімкий ривок», впевнено повернувши собі звання «королеви полів» [315]. На практиці це означає наступне: 13,1-17,2 % всіх орних земель України (4,15-4,85 млн.га), 22-24 % від експорту всіх груп сільськогосподарських товарів, третє місце у світі за об'ємами експорту зерна (15-20 млн.тонн/рік, у 2014 р. – на загальну суму 4,355 млрд. дол. США), п'яте місце у світі за об'ємами виробництва (23,1-31,6 млн.тонн/рік або 2,7-3,2 % від загальносвітового) та 12 місце у світі за об'ємами споживання (8-11 млн.тонн/рік).

Посівні площі та валові збори зернової кукурудзи в Україні за останні 25 років значно зросли (рисунок 1.7):

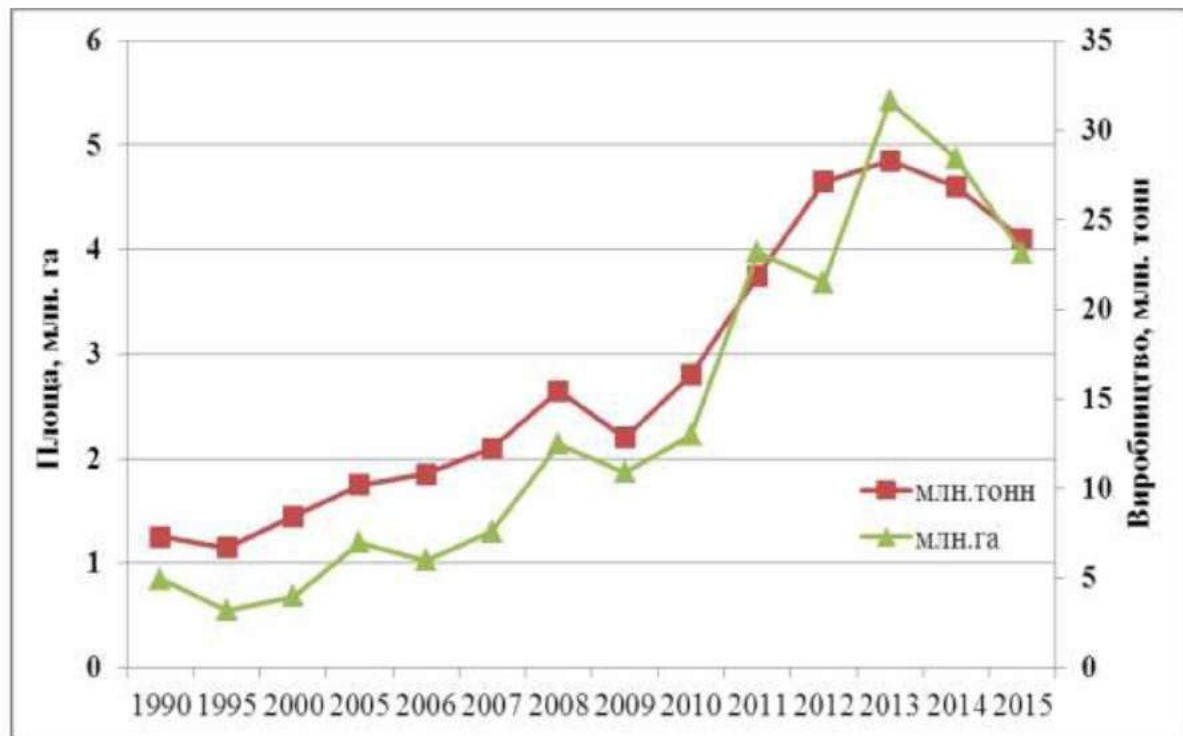


Рисунок 1.7 – Динаміка посівних площ та валових зборів зернової кукурудзи в Україні (1990-2015 рр.)

Проте, у 2014/2015 та 2015/2016 МР спостерігаємо скорочення як площ посіву, так і валових зборів (рисунок 1.7). Причиною останнього (у 2015 р.), а також у 2012 р., зниження врожайності зерна стали посухи у зоні Лісостепу та на Поліссі, де й сконцентровано основні посіви кукурудзи [188].

Середня врожайність кукурудзи зернової в Україні в останні роки коливається в межах 5,0-6,5 т/га і має тренд до зростання (рисунок 1.8), проте все ж залишається доволі низькою на фоні досягнутих середніх рівнів продуктивності в Іспанії (10,11 т/га), США (9,45 т/га), Італії (9,12 т/га), Німеччині (8,83 т/га), Франції (8,55 т/га), Канаді (8,23 т/га), Єгипті (8,20 т/га) та ін. країнах [304].

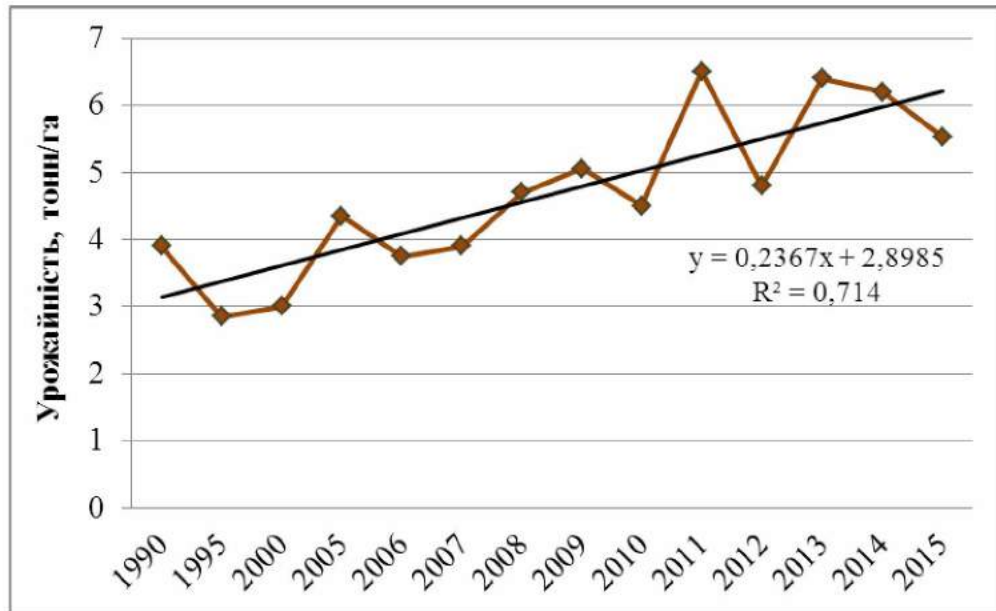


Рисунок 1.8 – Середня врожайність зернової кукурудзи в Україні (1990-2015 рр.), тонн/га

Основним лімітуючим фактором продуктивності зернової кукурудзи в умовах Степу та Лісостепу України, а останніми роками, у зв'язку зі змінами клімату – і зони Полісся, є несприятливий водний режим ґрунтів, і саме він стримує реалізацію агресурсного потенціалу цих територій [188]. Можливими напрямками одержання високих і стійких урожаїв кукурудзи в цих умовах є створення генетиками-селекціонерами посухостійких, жаростійких вихідних батьківських форм (ліній) і на їх основі – нових гібридів кукурудзи, розробка більш ефективних прийомів сортових і зональних, адаптивних технологій вирощування культури [217], впровадження технологій обробітку ґрунту, які направлені на максимальне збереження вологи – mini-till, strep-till та no-till, мульчування і щілювання ґрунту тощо. Проте, як свідчить практика і наукові дослідження, найбільш

ефективним у цих умовах є застосування зрошувальних меліорацій у поєднанні із фертигацією. Приріст врожайності від оптимізації водного та поживного режимів є найбільш дієвим і становить від 110 до 380 % порівняно із незрошуваними умовами [300, 667, 668, 669], причому найбільша прибавка досягається за краплинного зрошення.

Соя (*Glycine max*), посідаючи четверте місце за площами посіву (після кукурудзи, пшениці та рису), є однією із провідних стратегічних культур світового землеробства. На сьогодні площі світових посівів сої складають біля 118 млн. га, а об'єм виробництва – понад 317 млн. тонн. В частині вимог до ґрунтово-кліматичних умов, вологи і температурного режиму, соя подібна до кукурудзи, тому основні її площі розміщують у так званому «кукурудзяно-соевому поясі» [19, 621]. Цінність сої у сівозміні полягає у біологічній фіксації 175-205 кг/га азоту, вона є одним із найкращих попередників для зернових культур – пшениці, кукурудзи, ячменю та ін. [15, 17, 19].

Відомо, що соя є культурою, яка на сьогодні отримала в Україні найбільш динамічний розвиток – її вирощують в усіх регіонах України щорічно на загальній площі понад 2,1 млн. га. Щорічний валовий збір останніх років (2014/2015 та 2015/2016 МР) у 3,8-3,9 млн. тонн визначає високе 8 місце України у світі за рівнем виробництва соєвих бобів [13, 14, 15, 164, 440] (рисунок 1.9).

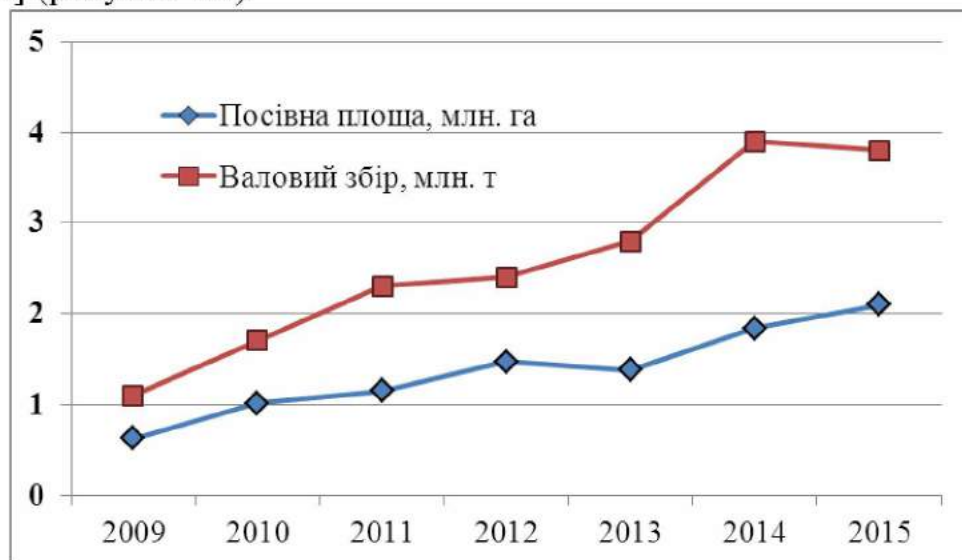


Рисунок 1.9 – Динаміка посівних площ та валових зборів сої в Україні (2009-2015 рр.) [662]

Зазначимо, що за останні декілька років соя стала п'ятою культурою в Україні за об'ємами експорту (після кукурудзи, пшениці, ячменю та ріпаку).

Об'єми експорту в 2014/2015 МР склали понад 1,6 млн. тонн (прогноз 2015/2016 МР – 1,9-2,1 млн. тонн) на загальну суму 705,2 млн. дол. США. За цими показниками Україна займає сьоме місце у світі.

Середня врожайність бобів сої хоч і зросла з 1,58 т/га (2010 р.) до 2,16 т/га (2014 р.), проте у посушливому 2015 р. знову знизилась до 1,77 т/га [215]. Для прикладу: у США, які є найбільшим виробником сої у світі (108,1 млн. тонн у 2014/2015 МР), середня врожайність бобів становить 3,21-3,33 т/га [19].

У зоні Степу України на сьогодні є потенціал нарощування площ посівів під соєю [407]. З одного боку, він обумовлюється біологічними особливостями культури (оптимальна температура для росту і розвитку рослин сої складає 28-30⁰С) [621], з іншого – впровадженням короткоротаційних зрошуваних плодозмінних сівозмін «соя – кукурудза», «соя – ячмінь» тощо. Згідно даних [13] у Степу розміщено біля 30 % усіх посівів сої, з них біля 80-85 тис. га – на зрошенні. Потенціал урожайності сучасний сортів сої в умовах зрошення досить значний: у 2013 р. на зрошенні з 87,3 тис. га було отримано середню врожайність 3,44 т/га, у кращих агрогосподарствах (ДП «ДГ «Каховське», ДП «ДГ «Асканійське», ПП «Агротехнології», СТОВ «Таврійська перспектива» на Херсонщині) – 4,2-5,1 т/га, а рекордні показники за краплинного зрошення (ПП «Агротехнології» з 12,6 га) на рівні 10,23 т/га! [18].

Буряк цукровий (*Beta vulgaris saccharifera*). Цукор має велике економічне значення як продукт харчування, так і сировина для промисловості. Світове виробництво цукру зросло більш ніж у 12 разів за останнє століття і становить 137-144 млн. тонн/рік [544]. На початок ХХ ст. біля 2/3 від загального об'єму цукру виробляли із буряка цукрового, проте із 50-х рр. співвідношення змінювалося і на сьогодні частка бурякового цукру займає лише біля 25 % (33-35 млн. тонн/рік). Основними причинами цього,

ймовірно, є значний ріст об'ємів виробництва і споживання глюкозно-фруктових сиропів, а також ріст виробництва його з цукрової тростини. Основними виробниками бурякового цукру є країни ЄС (15-20 млн.тонн), США (3,9-4,2 млн.тонн), Російська Федерація (2,5-3,5 млн.тонн) та Україна (1,5-2,5 млн.тонн). Понад 50 % від загальноєвропейського виробництва забезпечує сільське господарство двох країн: Франції та Німеччини [544].

Зазначимо, що крім, власне, цукру, в процесі переробки коренеплодів одержують патоку, з якої виробляють спирт, дріжджі, гліцерин, а також жом для годівлі тварин. Останнім часом із коренеплодів, гички та продуктів переробки цукрових буряків, виробляють біоетанол та біогаз [227]. З огляду на постійне зростання вартості енергоносіїв цей напрям на сьогодні є для України дуже перспективним [249, 664, 665].

Відомо, що ґрунтово-кліматичні умови України є виключно сприятливими для вирощування буряка цукрового, про що свідчить історичний аспект: перші цукрові заводи було побудовано у 1824 р., а на кінець ХІХ ст. на території нинішньої України успішно функціонували 280 заводів [227]. Відносний пік розвитку цукрової галузі в Україні припадає на 80-ті роки: площа посівів буряка становила 1,6-1,8 млн. га, валовий збір коренеплодів – 39-42 млн. тонн, виробництво цукру – 4,8-5,5 млн. тонн, кількість заводів – 191 [578].

Загальносвітові тенденції скорочення виробництва буряку цукрового не обійшли і Україну: з 1991 по 2015 рр. посівні площі під буряком скорочено у 6-7 разів, а виробництво цукру – в 2,8-3,9 рази (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Посівні площі, врожайність, валові збори коренеплодів та виробництво цукру-піску в Україні (1990-2015 рр.) [578, 215]

Рік	Посівна площа, тис. га	Урожайність коренеплодів, тонн/га	Валовий збір коренеплодів, млн. тонн	Виробництво цукру-піску, млн. тонн
1990	1754	23,72	41,6	5,15
1995	1425	16,70	23,8	2,71
2000	895	15,19	13,6	1,55
2005	774	20,16	15,6	1,90
2010	503	29,42	14,8	1,75
2015	238	43,07	10,25	1,25*

*Прогнозні показники

Незважаючи на тренд зростання середньої врожайності коренеплодів в останні роки, цей показник в рази нижчий, ніж у Франції (72 т/га), Німеччині (63 т/га) [91] та ін. країнах. Це свідчить про значний потенціал української цукрової галузі, адже, наприклад, за посівних площ 280-300 тис. га і досягнення середньої врожайності на рівні 60-65 т/га, валовий збір коренеплодів становитиме 17-20 млн. тонн/рік, що 100 % задовольнить потребу в цукрі внутрішнього ринку та експорту.

За даними Інституту водних проблем і меліорації НААН (Сайдак Р.В., 2014-2015 рр.) [279, 476, 542], в Україні, за період 1990 – 2015 рр., площа сухої і дуже сухої зони збільшилася на 7,2 % і складає близько 11,1 млн. га, посушливою і недостатньо вологої – на 3,1 % і складає 11,9 млн. га, а вологої, навпаки, зменшилася на 10,1 % і складає 7,7 млн. га. Комплексні польові дослідження Білоцерківського державного аграрного університету (Карпук Л.В., 2009-2014 рр.) [246, 247, 248] підтвердили, що в зоні нестійкого зволоження (Лісостеп України) лімітуючим чинником продуктивності буряка цукрового є забезпечення рослин вологою. Аналітичні розрахунки параметрів водоспоживання свідчать, що навіть за умови забезпечення всіма останніми чинниками життя на оптимальному рівні, природніх опадів в середньостатистичний рік досить для формування врожайності коренеплодів лише в межах 55-60 т/га [246]. Для прикладу: середня врожайність коренеплодів у 2015 р. на «Цукровому Донбасі» (Вінниччині) склала 34,8 т/га, тоді як у 2014 р. – 46,5 т/га. Причина очевидна – затяжна літня ґрунтово-повітряна посуха в цьому регіоні.

Нарощування обсягів виробництва сировини – мета, яку декларують провідні спеціалізовані агрохолдинги, на сьогодні практично неможливо реалізувати екстенсивним шляхом (т. б. збільшенням посівних площ). Отже, в цих умовах саме зрошення є основним чинником гарантованого збільшення продуктивності ріллі.

Збільшення виробництва цукру в Україні є обґрунтованим, зважаючи на реальну перспективу зростання об'ємів експорту цукру за рахунок

постачань в азіатські країни, зокрема – Китай. Сьогоднішні об'єми експорту на рівні 85-125 тис. тонн/рік однозначно не відповідають сьогоднішньому потенціалу. Держчиновники апарату Мінагрополітики України та експерти в цій галузі, заявляють про щорічний потенціал азіатського ринку збуту цукру в 0,8-1,2 млн. тонн/рік [603].

Картопля рання (*Solanum tuberosum L*) – багаторічна трав'яниста рослина з родини Пасльонові (*Solanaceae*), яка об'єднує до 150 диких і культурних бульбоплідних видів. У культурі її вирощують як однорічну рослину – щороку висаджують бульби, з яких протягом одного вегетаційного періоду одержують урожай нових стиглих бульб. Можна також вирощувати картоплю також з насіння, що застосовують переважно у селекційній практиці [60].

Бульби картоплі є для людини джерелом поживного білка, вітамінів, амінокислот та ферментів, широко вона також використовується і у годівлі тварин. Культура придатна для виробництва біоетанолу, також бульби є сировиною для виробництва багатьох медичних, фармакологічних і харчових продуктів.

На сьогодні картопля є однією із стратегічних сільськогосподарських культур для України, її справедливо називають «другим хлібом». В Україні картоплю почали вирощувати з 60-х рр. XVIII ст. і вже із 1770 р. її висаджували на значних площах теперішніх Полтавської, Харківської та Сумської областей. Сьогодні серед продовольчих культур картопля займає в Україні одне з провідних місць – щорічна площа сільгоспугідь під цією культурою дорівнює 1,5-1,6 млн. га, а валовий збір бульб коливається від 17 до 23 млн. тонн. За цими показниками Україна перебуває на 8 місці у світі після Китаю, Росії, Індії, США, Польщі, Німеччини та Білорусі.

Найбільш сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування картоплі – зона Полісся та Лісостепу, де розміщено біля 75 % усіх посівних площ. Разом з цим, існує два фактори, які стимулюють розвиток картоплярства і у південному регіоні України – це здорожчання пального і,

як наслідок, транспортних перевезень та, власне, кліматичні умови Півдня, які дозволяють отримувати повноцінну надранню продукцію.

Враховуючи високу вимогливість рослин картоплі до вологозабезпечення ґрунту, характер розміщення її кореневої системи (75 % у верхньому 0-25 см шарі ґрунту) та кліматичні умови Степу, можна стверджувати, що зрошення є обов'язковим елементом у технології вирощування культури в південному регіоні, а найбільшу перспективу застосування на картоплі має краплинне зрошення [446, 496, 505, 506, 590].

Перець солодкий (*Capsicum spec.*) та **баклажан** (*Solanum melongena L.*) є багаторічними овочевими рослинами родини Пасльонові (*Solanaceae*), які вирощують в однорічній культурі.

Перець солодкий є однією із найцінніших овочевих рослин. Особливо багато у плодах вітаміну С, вміст якого може досягати 450 мг%. За цим показником перець не поступається лимону і смородині чорній. Досить з'їсти невеликий шматочок сирого перцю солодкого (30-40 г), щоб задовольнити добову норму людини в цьому вітаміні. Важливо також те, що цей вітамін у перці не руйнується протягом двох місяців. Окрім цього, перець містить багато вітамінів (В1, В2, В3, Е), каротин, рутин, фолієву і нікотинову кислоти. Зола плодів містить солі калію, натрію, кальцію, магнію, заліза, алюмінію, фосфору, сірки і кремнію. У медицині рутин застосовується як засіб, що зміцнює стінки кровоносних капілярів. Незважаючи на таку високу поживність плодів, вживати їх потрібно обережно, особливо при захворюваннях шлунка, кишечника, печінки і нирок, тому що в них багато ефірних олій і грубої клітковини.

В Україні перець солодкий щороку вирощують на площі до понад 20 тис. га, за цього, у зв'язку із вимогливістю рослин перцю до теплових ресурсів [33], біля 70 % посівних площ розміщено у південному регіоні. Валовий збір плодів – 155-185 тис. тонн, а середня врожайність коливається від 10 до 14 т/га, що значно нижче за оптимальну врожайність сучасних гібридів (60-90 т/га) [496, 654].

Баклажан також є дуже цінним дієтичним продуктом харчування. Його плоди багаті широким набором мінеральних речовин, перш за все калієм (до 250 мг%). Також плоди містять пектин, солі фосфору, магнію, заліза, міді, вітамін С (до 25 мг%), нікотинову кислоту, тіамін, рибофлавін, каротин (провітамін А) і специфічну гірку речовину – глікоалкалоїд соланін М. Ніжна клітковина баклажану стимулює діяльність кишечника, запобігає розвитку гнильних процесів, тому на Сході його ще називають «овочем довголіття». Споживання плодів сприяє істотному (до 50%) зниженню вмісту холестерину в крові, що дає змогу рекомендувати його для профілактики атеросклерозу. Окрім цього, в плодах баклажану виявлено збалансований комплекс мікроелементів, вітамінів В1, В2, В6, В9, С, Р, РР, біологічно активні речовини, що позитивно впливають на діяльність серцево-судинної системи та нирок [38].

В Україні баклажан вирощують щороку на площі близько 7-8 тис. га, з них 85% розміщено в Степу і південній частині Лісостепу [33]. Валовий збір плодів складає 60-75 тис. тонн, за цього середня врожайність, через недотримання технології і низької культури землеробства загалом, всього 8,5-12,0 т/га (оптимальна врожайність – 50-70 т/га). Більше всіх баклажанів збирають в Херсонській області – до 15 тис. тонн щороку, Одеській, Дніпропетровській, Запорізькій та Миколаївській – 5-8 тис. тонн [496, 363, 652, 653].

За вимогами до вологості ґрунту серед овочевих рослин баклажан та особливо – перець, займають одне з перших місць, оскільки їх коренева система має дуже низьку силу всмоктування та розміщується у верхніх шарах ґрунту. Тому чітке дотримання водного режиму дозволяє в 2-5 разів збільшити врожайність порівняно з незрошуваними умовами. Вода в найбільшій кількості необхідна рослинам у період цвітіння. За нестачі вологи у ґрунті частина бутонів і зав'язей обпадає, а врожайність різко знижується. Перець дуже вимогливий до вологості повітря – низька відносна вологість (< 60 %), яка супроводжується підвищеними

температурами, викликає опадання квіток і зав'язі. Також на зрошенні значно підвищується використання рослинами добрив, а добрива, у свою чергу, сприяють ефективному використанню поливної води.

В цілому передумовою вибору саме цих овочевих рослин родини Пасльонові (*Solanaceae*) обумовлений також тим, що вони на сьогодні (разом із томатом) займають значну частку (біля 35-40 %) у структурі посівних площ серед усіх овочевих на краплинному зрошенні.

Цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) – багаторічна трав'яниста пряно-ароматична овочева рослина з родини Цибулеві (*Alliaceae*) або Лілійні (*Liliaceae*), є корисним продуктом харчування. В цибулинах міститься велика кількість ефірних масел, цукрів (сахарози, мальтози, фруктози), клітковина, солі кальцію і фосфору, органічні кислоти, вітаміни групи В, а також вітаміни С, А, РР, D, Е. Крім цього, цибуля містить протеїн, золу, жири, калій, натрій, йод, магній і залізо. Завдяки такому біохімічному складу цибуля ріпчаста з давніх часів застосовується в медицині, є хорошим вітамінним засобом, що особливо рекомендується в зимово-весняний період [38].

Основною біологічною особливістю цибулі є те, що за порівняно сильного розвитку листків вона має дуже слаборозвинену кореневу систему, основна маса якої знаходиться у верхньому 0-25 см шарі ґрунту, який є найбільш схильним до різких коливань вологозапасів і частого пересихання. У зв'язку з цим, рослини цибулі потребують чіткого дотримання поливного режиму впродовж всього періоду вегетації. Фаза від сівби до початку утворення листків є найбільш вимогливою за відношенням до вологості ґрунту – навіть незначна нестача вологи у цей період призводить до значних втрат урожаю.

За останні 10-15 років щорічне виробництво цибулі ріпчастої в Україні зросло більше, ніж удвічі – з 430 до 1100 тис. тонн. За цим показником цибуля займає одне з перших місць серед овочевих культур: більше Україна вирощує лише томатів, капусти і коренеплодів столових.

Починаючи з 2007 р. частина врожаю цибулі експортується в країни ближнього зарубіжжя, в основному до Польщі, Білорусі, РФ. Тому ці тенденції дають змогу певною мірою відносити цибулю до культур, які володіють експортним потенціалом і мають стратегічне значення [570].

Проте середня врожайність цибулі ріпчастої в Україні за останні роки складає до 20 т/га і цей показник є низьким, оскільки потенційна продуктивність сучасних гібридів становить понад 80-90 і більше тонн з гектара [24, 496, 512].

Кукурудза цукрова – (*Zea mays L. saccharata Sturm*) – однорічна овочева делікатесна рослина з родини Тонконогові (*Poaceae*).

Сьогодні кукурудзу цукрову вирощують в більш ніж 100 країнах світу, під її посівами зайнято більше 500 тис. га. Основні світові виробники кукурудзи цукрової – США, Мексика, Угорщина, Франція, Китай, Таїланд, Нова Зеландія, Канада та ін.

За поживними і смаковими якостями, а також за змістом повного комплексу вітамінів і мінералів, кукурудза цукрова займає одне з перших місць серед овочевих культур. Її качани вживають у вареному, консервованому, замороженому і сушеному вигляді. Зерно у фазу молочно-воскової стиглості містить до 32,2 % сухих речовин, до 24 % вуглеводів, до 10 % декстрину і до 4 % сирого протеїну. Харчова цінність білків кукурудзи цукрової значно вища, ніж в інших підвидів. Білок її містить у великій кількості такі незамінні для організму людини амінокислоти, як лізин і триптофан. Качани мають високі смакові якості завдяки наявності декстрину. Зерно містить такі вітаміни, як В1, В2, В3, В6, РР, С, К, нікотинова і пантотенова кислоти, а також холін і біотин. В качанах жовтозернистих сортів накопичується каротин (0,3-0,9 мг/100 г) і вітамін Е. Кількість мінеральних речовин в 100 г зерна кукурудзи наступна, міліграм: натрію – 0,3, калію – 300-311, магнію – 48-117, кальцію – 6-19, заліза – 0,32-0,55, фосфору – 78-125, є також йод, хлор, сірка та інші елементи. Завдяки

такому багатому біохімічному складу кукурудзу цукрову широко використовують в медицині.

Останніми роками кукурудза цукрова і продукти її переробки набувають все більшої популярності в Україні. Не зважаючи на це, вона досі відноситься до малопоширених овочевих рослин. Так, в 2012-2014 рр. площі посівів кукурудзи цукрової в Україні не перевищували 15 тис. га. Виходячи з річної медичної норми споживання кукурудзи цукрової (3,7 кг/люд.) для забезпечення внутрішнього ринку мінімальна площа посівів повинна складати понад 25 тис. га. У зв'язку з цим, на сьогодні частина продуктів переробки кукурудзи цукрової імпортується в Україну.

Кукурудза цукрова менш посухостійка і більш вимоглива до вологи рослина порівняно із кукурудзою зерною, проте у групі овочевих рослин її відносять до відносно посухостійкої культури. Найбільша потреба у ґрунтовій волозі проявляється у період, який розпочинається за тиждень до формування волоті і продовжується протягом місяця. За нестачі вологи у верхніх частинах качана насіння не утворюється або росте недорозвиненим. Коли зерно в качані досягне нормальної величини і форми, потреба у воді знижується [337, 496, 659, 660].

Кавун (*Citrus*) – належить до родини гарбузових (*Cucurbitaceae*), роду *Citrullus*, який об'єднує п'ять видів, з них в Україні вирощують два: столовий (*C. edulis* Pang.) і кормовий або цукатний (*C. colocinthoides* Pang.) [26, 316, 590]. Це дуже цінний дієтичний та лікувальний продукт харчування. Плід кавуна (тиквіна) має високі смакові якості: містить до 14 % цукрів, які складаються із сахарози, глюкози і фруктози, вітамінів В, В3, С, РР, А та ін.; пектинові речовини (1-2 мг%); клітковини (до 1,7 %). До складу сухих речовин входять яблучна, янтарна, лимонна, фолієва кислоти; багато мінеральних солей: заліза, калію, магнію, марганцю, нікелю, натрію, кальцію та ін. Продуктами переробки плодів є варення, повидло, мармелад, цукати, мед, маринади, різноманітні соління, а також спирт. Насіння кавуна

містить до 50 % жирів, з яких виготовляють високоякісну лікувальну харчову олію.

Плоди кавуна регулюють білковий і жировий обмін в організмі, поліпшують роботу серця, печінки, нирок, шлунку, мають антисклеротичну і кровотворну дію завдяки вмісту фолієвої кислоти. Це відмінний розчинник шлаків, сприяє виведенню з організму радіонуклідів, холестерину, важких металів, токсичних речовин, оскільки має високий вміст пектинів [316].

Загальносвітове виробництво кавуна сягає від 31 до 35 млн. тонн/рік при загальній площі біля 2,1-2,3 млн. га, а 60 % всього виробництва сконцентровано у США, Туреччині, Ірані, Китаї, Японії та країнах колишнього СРСР [349].

В Україні під цю культуру щороку відводять до 70 тис. га, із них 35-40 тис. га – на Херсонщині, яка за своїми ґрунтово-кліматичними умовами є унікальним регіоном для вирощування біологічно повноцінного, високоякісного врожаю плодів кавуна. Виходячи з медично обґрунтованої норми споживання (16,5 кг/рік), валовий збір кавуна в Україні повинен складати 650-700 тис. тонн/рік. Проте, останніми роками, в Україні щорік вирощують не більше 400 тис. тонн цього дієтичного продукту. Однією із основних причин цього є відносно невисока врожайність, обумовлена порушенням технології вирощування, а також відсутність надійних ринків збуту вирощеної продукції як всередині країни, так і за її межами. Одним із чинників, який повинен стимулювати нарощування виробництва високоякісної продукції баштанництва, є її високий експортний потенціал, у першу чергу – в Прибалтику та інші країни ЄС (Польщу, Румунію), а також Російську Федерацію та Республіку Білорусь.

Батьківщиною кавуна є південні пустелі Африки, що і обумовлює його відносну посухостійкість. Поряд з цим, провідна роль у збільшенні виробництва продукції баштанництва, і кавуна зокрема, належить впровадженню сучасних агротехнологій на базі зрошення. Світовий досвід свідчить, що одним з найперспективніших для зрошення кавуна, як за

конструктивними і технологічними особливостями, так і за спрямованістю на збереження ресурсів і підвищення його продуктивності, є краплинне зрошення [26, 316, 515, 590].

Висновок. За посівними площами, об'ємами вирощування та споживання, фактичними та потенційними обсягами експорту такі просапні сільськогосподарські культури як кукурудза на зерно, соя, буряк цукровий, картопля рання є стратегічними для України з точки зору їх значимості для аграрного сектору економіки.

Роль і значення у харчуванні людини з одного боку та недостатня вивченість елементів технології краплинного способу поливу з іншого, обумовила при складанні плану дисертаційного дослідження вибір таких овоче-баштанних культур як перець солодкий, баклажан, цибуля ріпчаста, кукурудза цукрова та кавун.

1.3 Аналіз стану досліджень технологічних аспектів краплинного зрошення просапних культур в Україні та світі

Стан вивченості тих чи інших параметрів краплинного зрошення досліджуваних нами просапних сільськогосподарських культур різний. Зокрема, більшість наукових робіт присвячено краплинному зрошенню овочевих рослин і картоплі, значно менше – кукурудзи на зерно, сої, буряка цукрового та кавуна.

Так, наприклад, питанням режимів зрошення та водоспоживання рослин кукурудзи при дощуванні та поверхневому поливі присвячено досить багато наукових праць (Льгов Г.К., Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Михаленко І.В., Дзюбецький Б.В., Онопрієнко Д.М., Доценко В.І. та ін. [168, 177, 263, 264,

265, 266, 301, 314, 348, 426, 443, 445, 451]), а цим же аспектам в умовах краплинного способу поливу – досить обмежена кількість публікацій.

Як показав аналітичний огляд літературних джерел, перші досліді в Україні з питань поверхневого краплинного зрошення кукурудзи було проведено в рамках наукової тематики УкрНДІГіМ та дисертаційного дослідження Мороза П.А. протягом 1975-1978 рр. під керівництвом к.с.-г.н. Ізюмова В.В. на Одещині [397, 398]. Зокрема, щодо цієї культури встановлено оптимальні витрати краплинних водовипусків, схема розміщення ПТ і, відповідно, зони зволоження ґрунту, інтервали між поливами. Норми поливу, розраховані виходячи із РПВГ (85 % від НВ), водно-фізичних властивостей ґрунту та схем розміщення ПТ, становили від 200 до 350 м³/га, середньозважені норми зрошення (залежно від метеоумов року) – 2840-4950 м³/га, кількість вегетаційних поливів – 16-24 шт. Дослідниками встановлено, що найвищу врожайність зерна кукурудзи (7,27-7,44 т/га) забезпечує укладання ПТ через одне міжряддя (1,4 м) та проведення поливів через 3-5 діб, що відповідало РПВГ 90-93 % від НВ. При проведенні поливів через 7 та 10 діб (РПВГ становив в середньому 85 % та 75 % від НВ) урожайність достовірно знижувалась до 5,92-6,10 т/га та 4,73-5,08 т/га відповідно. Крім цього, за роки досліджень урожайність зерна кукурудзи на краплинному зрошенні була вищою на 20 %, ніж на дощуванні, що автори пояснюють підтриманням більш високого (оптимального) РПВГ. Через відносно не високу врожайність (7,27-7,44 т/га) розрахунковий термін окупності СКЗ становив 7 років.

Варто відзначити, що ці дослідження було проведено на достатньо високому методичному рівні. Поряд з цим, використані технічні засоби поливу є на сьогодні вже морально застарілими, оскільки у досліді полив забезпечувався шляхом переміщення ПТ (як і всього поливного модуля) із позиції на позицію, а витрати крапельниці становили від 2 до 10 дм³/год., відстань між якими сягала 0,7-1,2 м [397, 398].

На дослідному полі Національного центру техніки поливу Мексики (1976-1978 рр.) досліджували краплинне зрошення зернової кукурудзи. Кращим (8,5 т/га) був варіант досліду із укладанням ПТ через 1,2 м, відстанню між крапельницями 0,25 м за густоти рослин 66,7 тис.шт./га і коефіцієнті культури 0,7 [743].

Дещо пізніше, у 1983-1985 рр., на дослідних полях УкрНДІ зрошувального землеробства (нині – ІЗЗ НААН) було проведено експериментальне порівняння поверхневого поливу та краплинного зрошення на зерновій кукурудзі (Гончаров Ф.І., Мацко П.В. [122]). Основним висновком за даними 3-х річних досліджень була теза про те, що краплинне зрошення не знижує зрошувальну норму і суттєво не підвищує врожайність зерна, а монтаж і експлуатація переносних однорічних СКЗ вимагає значних витрат праці. Проте детальний аналіз звітних матеріалів показує, що у цих дослідах було допущено ряд принципових неточностей, які суттєво вплинули на кінцеві результати: схема укладання ПТ та розміщення крапельниць було розраховано на перекриття зонами зволоження 100 % зрошуваної площі; в обох варіантах підтримували РПВГ 70 % від НВ ґрунту, відповідно вегетаційні поливи проводили синхронно. За роки досліджень було проведено по 2 (1983, 1985) і 3 (1984) поливи зрошувальною нормою – 1200-1800 м³/га, що потенційно свідчить про неоптимальний водний режим ґрунту. Середня врожайність зерна кукурудзи гібриду Краснодарський 303 склала 9,53 т/га за краплинного зрошення і 9,19 т/га за поверхневого способу поливу (при НІР у досліді 1,06 т/га) [122].

З 2010-2011 рр. в Україні значно зростає зацікавленість сільгосп-товаровиробників до технологій краплинного зрошення кукурудзи на зерно. Звичайно, що головним мотиваційним механізмом цих тенденцій є потенційна врожайність зерна сучасних гібридів на рівні 18-25 т/га, що, в свою чергу, і забезпечує позитивні економічні параметри самої технології КЗ [188, 520].

У цей період (2011-2013 рр.) проведено 3-х факторний польовий дослід на землях ТОВ «Дружба-5» Нижньосірогозького району на Херсонщині (аспірант – Рубан В.Б., науковий керівник – д.с.-г.н., професор, чл.-кор. НААН Лавриненко Ю.О.). Оскільки робота виконувалась за спеціальністю 06.01.09 – «рослинництво», краплинне зрошення кукурудзи було фоном, а факторами у досліді були гібриди (3 варіанти), густота рослин (60, 70, 80, 90 і 100 тис./га) та фон азотного живлення (4 варіанти). Поливи діагностували за термостатно-ваговим і розрахунковим методом Д.А. Штойко. Найвищу врожайність зерна забезпечили гібриди середньостиглої та середньопізнньостиглої груп стиглості при густоті 80-90 тис.рослин/га і дозі добрив $N_{180}P_{90}$ – 16-18 тонн/га [309, 310, 311, 312, 313, 537].

Ґрунтовні теоретико-аналітичні дослідження питання технології і технічних засобів краплинного зрошення кукурудзи проведено В.В. Дудкою (ТОВ «АгроАналіз», м. Каховка) [188, 189, 190]. На сторінках періодичних вітчизняних друкованих та інтернет-видань ним наведено практичні рекомендації щодо вибору ПТ, способу його укладання, розрахунку норм поливу, експериментальні дані щодо динаміки вологості приземних шарів повітря на полі кукурудзи за дощування та краплинного зрошення, розрахунок економічної ефективності КЗ кукурудзи тощо.

На сторінках видання «The Ukrainian Farmer» [635] агроном–консультант Енвер Шабанов теоретично аналізує різні аспекти технології КЗ зернової кукурудзи: схему посіву, РПВГ та режим зрошення, вимоги до фертигації, процеси водоспоживання, схеми укладання ПТ тощо.

У цьому ж виданні («The Ukrainian Farmer») фахівці компанії «TORO Ag» відзначають, що оптимальним РПВГ за краплинного зрошення кукурудзи є 70-80 % від НВ ґрунту [469]. Також вони відзначають ряд переваг КЗ цієї культури перед методом поливу дощуванням, а також виділяють критичні аспекти використання СКЗ на зерновій кукурудзі.

Наведена інформація в цілому є узагальненням закордонного та практичного вітчизняного досвіду з цих питань.

Журналіст С.С. Яновський, начальник Головного управління АПК Херсонської області О. Згірін та директор ДП «ДГ «Асканійське» В.О.Найдьонова на сторінках «Голосу України» [731] відзначають перспективність технологій краплинного зрошення зернової кукурудзи в умовах Степу та інформують про створення експериментальної ділянки підґрунтового краплинного зрошення кукурудзи площею 15 га на полях ДП «ДГ «Асканійське» Асканійської ДСГДС ІЗЗ НААН.

В 2013 р. на території п'яти адміністративних районів АР Крим агрохолдинг «KSG Agro» вирощував зернову кукурудзу на краплинному зрошенні на загальній площі біля 1,15 тис. га [305]. За неофіційними даними середня залікова врожайність зерна на цих полях склала 14,3 тонни/га.

Загальна ж площа краплинного зрошення кукурудзи у 2013 р. в Україні за даними А. Федорчука була біля 6 тис.га [614]. У цій же публікації, разом із В.В. Дудкою, проаналізовано практичний досвід застосування краплинного зрошення на зерновій кукурудзі у СПК «Грузія» (АР Крим) у 2012-2013 рр. на площі 15 га та 300 га відповідно, наведено практичні рекомендації щодо густоти рослин, вибору ПТ та глибини їх укладання, діагностики поливів за розрахунковими методами та деталізовані розрахунки економічних параметрів для КЗ та дощування кукурудзи.

Таким чином, провівши огляд літературних джерел з питань краплинного зрошення зернової кукурудзи в Україні, можна зробити висновок щодо недостатньої вивченості та наукового обґрунтування саме елементів технології цього способу поливу: РПВГ, особливостей формування режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання рослин, діагностики поливів за локального зрошення та особливостей формування зон зволоження ґрунту тощо. Саме цими обставинами зумовлено проведення польових дослідів з вивчення впливу різних РПВГ на водний режим, водоспоживання та формування продуктивності рослин

кукурудзи (КДДС ІВПіМ НААН, 2012-2015 рр.) та експериментальної роботи з адаптації розрахункового методу «Penman – Monteith (FAO)» до умов Степу Сухого України (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 2013-2015 рр.).

Соя – культура мусонного клімату, походить із Південно-східної Азії, чим і зумовлена її вимогливість до водного режиму ґрунту та теплових ресурсів. За вегетацію соя потребує у 2-3 рази більше води, ніж зернові культури, а коефіцієнт транспірації становить 500-1000. Критичним періодом щодо вологозабезпечення є фази цвітіння, формування і наливання бобів [18, 19].

Враховуючи саме біологічні особливості культури питанням зрошення сої в умовах Степу України присвячено досить багато наукових праць, зокрема Лисогорова С.Д., Снігового В.С. [331, 559, 560, 561], Подлиняєва В.П. [463], Заверюхіна В.І., Левандовського І.Л., Капшай Н.Г. [207, 473], Яцюк З.Ф. [734], Колеснікова В.В. [276], Пилипаса О.В. [442], Коковіхіна С.В., Головацького О.І., Суздаль О.С. [267, 268], Писаренка П.В., Карашук С.В., Морозова В.В., Булигіна Д.О. [62, 399, 454, 455].

Натомість, як показав аналітичний огляд літературних джерел, досліджень з вивчення ефективності та доцільності краплинного зрошення сої в умовах Степу України не було. Принагідно зазначимо, що вивченню різних аспектів технології краплинного зрошення сої в умовах Півдня РФ присвячено відносно багато робіт російських вчених-меліораторів. Так, протягом 2000-2005 рр. під керівництвом чл.-кор. РАН, професора Бородичова В.В. та к.с.-г.н. Литова М.Н., за участі Діденка О.О., Шуравіліна О.В., Шульца О.І. та Пахомова Д.А. проведено комплексні дослідження з вивчення різних аспектів технології вирощування сої за краплинного зрошення [44, 45, 47, 48, 170, 334, 335]. В цих дослідках предметно вивчали вплив РПВГ, доз мінеральних добрив, глибини зволоження ґрунту, також реакцію різних сортів на краплинне зрошення та застосування гербіцидів. Зокрема, встановлено закономірності формування

водного режиму ґрунтів та продукційного процесу рослин сої за КЗ, кількісні показники формування режимів зрошення та водоспоживання рослин, параметри технології КЗ сої на насінневі цілі для різних рівнів запланованої врожайності (3-5 т/га). За результатами захищено дисертаційну роботу аспірантом Діденком О.О. [170].

Аспірантом Белік О.О., під керівництвом д.с.-г.н., професора Борового Є.П., у 2005-2007 рр. на землях ФГ «Садко» Дубовського району Волгоградської області (РФ) проведено комплексний 3-х факторний польовий дослід із вивчення РПВГ, доз мінеральних добрив і обробітку ґрунту за краплинного зрошення сої на насінневі цілі [28, 46, 178, 435]. Дослідниками встановлено, що врожайність бобів насінневої сої на рівні 4,0-4,5 т/га забезпечується підтриманням РПВГ 80 % від НВ протягом всієї вегетації в комплексі з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{115}P_{80}K_{100}$ та смуговому рихленні ґрунту. Режим зрошення забезпечувався проведенням 23-29 вегетаційних поливів нормою 140 м³/га, сумарне водоспоживання за цього становило 3,83-4,91 тис.м³/га.

Д.с.-г.н. В.В. Меліховим та Є.В. Ушаковою в 2009-2011 рр. на базі ДВГ «Орошаемое» ВНДІ зрошуваного землеробства (Волгоградська область, РФ) також проведено 3-х факторний польовий дослід з вивчення реакції 2-х сортів сої на РПВГ та схему сівби (укладання ПТ) [369, 606]. Встановлено, що кращі умови для формування врожайності сорту ВНЦОЗ 31 на рівні 3,94-4,78 т/га забезпечує підтримання вологості ґрунту не нижче 80 % від НВ та схема з укладанням ПТ на 4 посівні рядки сої.

Д.с.-г.н. С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова та Т.В. Рамазанова (ФДБОУ ВПО «ДагДАУ імені М.М. Джамбулатова» Республіка Дагестан, РФ) дослідили вплив рівнів зволоження різних сортів сої (РПВГ = 60, 70, 80 та 90 % від НВ ґрунту) за краплинного зрошення (2009-2011 рр.) на показники продуктивності та водоспоживання рослин. Найвищу врожайність отримано на сорті Вілана та РПВГ 80 % від НВ у шарі ґрунту 0-50 см – 3,75 т/га за сумарного водоспоживання 4,39 тис.м³/га [307].

Дослідженням процесів водоспоживання сої за краплинного зрошення в умовах півдня Російської Федерації займались також вчені ВНДІ зрошуваного землеробства (Волгоградська область, РФ) А.Г. Болотін, О.О. Бекмаметов під керівництвом д.с.-г.н., академіка РАН Кружиліна І.П. (2007-2009 рр.) [27, 295, 296]. Дослідниками встановлено, що для одержання врожайності бобів сої на рівні 4 т/га необхідно підтримувати вологість ґрунту не нижче 80 % від НВ в шарі 0-40 см (I-а половина вегетації) та 0-60 см (II-а половина) та вносити мінеральні добрива в дозі $N_{120}P_{80}K_{50}$. За результатами цих досліджень у 2010 р. захищено дисертаційну роботу О.О. Бекмаметовим [27].

За результатами огляду джерел літератури з цього питання можливо зробити висновок про недостатньо повне вивчення питань вирощування сої за краплинного зрошення у овочевій просапній сівозміні. Крім цього, на нашу думку, отримані у дослідях російських вчених рівні врожайності (3,5-5,0 т/га) свідчать про те, що потенціал сучасних сортів в умовах краплинного зрошення розкрито тільки на 60-70 %.

Волога є вирішальним фактором у технологіях вирощування **буряка цукрового**. Вона необхідна для проростання насіння (160-170 % від його маси), охолодження тканин рослин у процесі транспірації, забезпечення тургесцентного стану рослин, розкриття продихів, процесу фотосинтезу та інших біологічних процесів. Буряк, маючи добре розвинену кореневу систему та невисокий коефіцієнт транспірації (350-500), відноситься до відносно посухостійких культур, які економно витрачають вологу. Однак, зважаючи на формування великої кількості біомаси (у т.ч. сухої речовини), фізіологічно абсолютна потреба у воді досить висока. Так, за врожайності коренеплодів 40-50 т/га, рослини поглинають з ґрунту лише на транспірацію від 4000 м³/га води. Тому у південному регіоні буряк цукровий за чутливістю щодо зрошення займає перше місце серед польових культур [277, 544].

Питаннями розробки раціональних поливних режимів буряка цукрового у зоні Степу України займались Лисогоров С.Д., Кириченко В.П. [322], Лимар А.О., Федоровський А.А. [320, 321], Писаренко В.А., Пілярський В.Г., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Суздаль О.С., Зайчук О.В. [20, 269, 270, 271, 379, 447, 448, 449, 450, 457, 458, 691], Бутов В.М. [67, 68], Сергєєва Ю.А., Салатенко В.Н., Писаренко В.А., Кононенко Ю.А. [278, 543, 546, 574]. У вегетаційних дослідах вплив умов вологозабезпеченості на технологічні якості буряка цукрового, продукційні процеси та біохімічний склад коренеплодів вивчали Заришняк А.С. та Іоніцой Ю.С. [209, 210, 234]. Для умов Ростовської області (РФ) Яковенко О.О. ґрунтовно досліджено питання режимів зрошення та водоспоживання рослин буряка цукрового [727, 728]. Цей же комплекс питань для умов Середнього Поволжя досліджено Москальчук Н.О. [396], а для умов Казахстану – Горюновим Н.С., Кваном Р.А. та Данильченком І.В. [129]. Реакцію на зрошення різних сортів та гібридів буряка цукрового досліджували Калінін О.Т. та Нікульніков І.М. (РФ) [241].

Піонерні дослідження в Україні з питань розробки технології поверхневого краплинного зрошення буряка цукрового було проведено в рамках науково-дослідної тематики УкрНДПГІМ та дисертаційного дослідження Мороза П.А. протягом 1975-1978 рр. під керівництвом к.с.-г.н. Ізюмова В.В. на Одещині [397, 398]. Зокрема, щодо цієї культури встановлено оптимальні витрати краплинних водовипусків, схема розміщення ПТ і, відповідно, зони зволоження ґрунту, інтервали між поливами. Норми поливу, розраховані виходячи із РПВГ (85 % від НВ), водно-фізичних властивостей ґрунту та схем розміщення ПТ, становили від 206 до 500 м³/га, середньозважені норми зрошення (залежно від метеоумов року) – 2840-4300 м³/га, кількість вегетаційних поливів – 16-24 шт. Дослідниками встановлено, що найвищу врожайність коренеплодів буряка цукрового (65,0-74,9 т/га) забезпечує укладання ПТ через одне міжряддя (1,4 м) та проведення поливів через 3-5 діб, що відповідало РПВГ 90-93 %

від НВ. При проведенні поливів через 7 та 10 діб (РПВГ становив в середньому 85 % та 75 % від НВ) урожайність достовірно знижувалась до 60,6-71,0 т/га та 55,3-56,0 т/га відповідно. Крім цього, за роки досліджень урожайність зерна кукурудзи на краплинному зрошенні була вищою на 16,4 %, ніж на дощуванні, що автори пояснюють підтриманням більш високого (оптимального) РПВГ. Розрахунковий термін окупності СКЗ за вирощування буряка цукрового на той час становив два роки, а собівартість продукції була нижчою на 29 %, ніж на дощування.

Ці дослідження було проведено на достатньо високому методичному рівні. Поряд з цим, використані технічні засоби поливу є на сьогодні вже морально застарілими, оскільки у дослідях полив забезпечувався шляхом переміщення ПТ (як і всього поливного модуля) із позиції на позицію, а витрати крапельниці становили від 2 до 10 $\text{дм}^3/\text{год.}$, відстань між якими сягала 1,0-1,2 м [397, 398].

Продуктивність рослин буряку цукрового залежно від гібридного складу в умовах дощування та краплинного зрошення досліджували на землях ІЗЗ НААН у 2008-2009 рр. Писаренко П.В. та Пілярський В.Г. [102, 453]. Проаналізовано врожайність, цукристість та вихід цукрів 15 різних гібридів залежно від способу поливу. Встановлено, що в умовах краплинного зрошення вищі показники продуктивності забезпечує гібрид Травіата: врожайність – 106,8 т/га, цукристість – 15,3 % та умовний вихід цукрів – 16,3 т/га.

Вплив режимів зрошення (70-80-80 % НВ та 70-70-70 % НВ), доз мінеральних добрив та способів їх внесення на продуктивність цукрових буряків в умовах краплинного зрошення вивчали Бутов В.М., Кошорубенко Н.І., Оглобліна В.М. (Миколаївська ДСГДС ІЗЗ НААН, 2011-2013 рр.) [65, 66, 456]. Дослідниками встановлено, що застосування фертигації забезпечило приріст урожайності коренеплодів на 49,1-85,7 %, а найвищу врожайність коренеплодів цукрових буряків отримано за внесення розрахункової дози добрив ($\text{N}_{220}\text{P}_{60}\text{K}_{30}$) в поєднанні з режимом зрошення із

РПВГ 70-80-80 % від НВ – 83,2 т/га за їх цукристості 15,2 % та виходу цукрів 12,6 т/га.

Такі ж висновки підтверджує Опанасенко Г.П. (Інститут цукрових буряків та біоенергетичних культур НААН) [427]. Він стверджує, що для отримання врожайності коренеплодів буряка на рівні 85 т/га в умовах Степу України доцільно за краплинного способу поливу вносити $N_{120}P_{60}K_{60}$ з поливною водою і підтримувати вологість в 20 см шарі ґрунту на рівні 70-80-70 % від НВ за рахунок періодичних поливів протягом періоду вегетації культури.

Гізбуллін Н.Г., Андреева Л.С., Доронін В.А., Моргун І.А. (Інститут біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН) на Верхняцькій та Уманській дослідно-селекційних станціях ІБКіЦБ НААН вивчали ефективність вирощування насінників буряка цукрового за краплинного зрошення (2011-2013 рр.) [115]. Науковцями встановлено закономірність позитивного впливу краплинного зрошення та мінеральних добрив на врожайність насіння буряка. Найвищу врожайність насіння (1,93 т/га) отримано у варіанті із закінченням поливу перед збиранням та внесенням мінеральних добрив.

Таким чином, провівши огляд літературних джерел з питань краплинного зрошення буряка цукрового в Україні, можна зробити висновок щодо недостатньої вивченості та наукового обґрунтування саме елементів технології цього способу поливу: РПВГ, особливостей формування режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання рослин, діагностики поливів за локального зрошення та особливостей формування зон зволоження ґрунту тощо. Хоча, варто відзначити, що закордоном (США, Туреччина, Греція, Іспанія) питанням краплинного зрошення цієї культури приділено більш значної уваги [736, 746, 755]. Саме цими обставинами зумовлено проведення польових дослідів з вивчення впливу різних РПВГ та схем посіву на водний режим ґрунту, водоспоживання та формування продуктивності рослин буряка, а також

удосконалення методів діагностування строків поливу за концентрацією клітинного соку листків (КДДС ІВПіМ НААН, 2010-2014 рр.) та експериментальної роботи з вивчення продуктивності сучасних гібридів буряка KWS за їх різної густоти посіву та строків збирання в умовах Степу Сухого (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 2013-2015 рр.).

Зважаючи на ліміт вологозабезпеченості у зоні Степу, зрошення є основним та незамінним фактором забезпечення продуктивності картоплі в цих умовах. Різним аспектам зрошення картоплі в умовах південного регіону України присвячено праці Горбатенко Є.М., Бойка М.С., Писаренка В.А., Михайлова В.М., Харченко Г.С. [34, 35, 36, 125, 390, 620] Найбільш ґрунтовно водний режим, водоспоживання та техніку поливу картоплі досліджено П.В. Мацко під керівництвом чл.-кор. ВАСГНІЛ, професора, д.с.-г.н. Собка О.О. та к.с.-г.н. Писаренка В.А. [361, 362].

У той же час, об'єм досліджень щодо обґрунтування різних складових технології краплинного зрошення картоплі в умовах південного регіону України значно менший і основні роботи виконано в останні роки.

Провідна роль у цих питаннях належить лабораторії біотехнології картоплі ІЗЗ НААН. На базі цього структурного підрозділу ІЗЗ НААН у 2004-2006 рр. Капелюхою Т.А., під керівництвом д.т.н., академіка НААН Ромащенко М.І., проведено польові дослідження з водного режиму, водоспоживання та продуктивності двоврожайної культури картоплі залежно від рівнів зволоження, удобрення та схем розміщення ПТ СКЗ [242, 243, 460, 461, 462, 506, 521]. Було визначено, що оптимальним варіантом є поєднання рівня вологозабезпечення рослин 75 % від розрахункового сумарного випаровування (за методом Д.А. Штойко і В.А. Писаренко [697, 698]), внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та розміщення ПТ на поверхні ґрунту.

В.А. Писаренком та О.І. Головацьким (2003-2005 рр.) проведено дослід з визначення ефективності використання води та впливу на продуктивність рослин картоплі різних способів поливу [446]. Цими

науковцями встановлено, що за краплинного зрошення ранньої картоплі отримано найвищу врожайність (21,9 т/га) та окупність поливної води (16,42 кг/м³) порівняно із дозуванням і поверхневим поливом. Практично такі ж результати отримано і Лавриненко Ю.О. та Писаренко П.В. [308].

Вивченню водного режиму і процесів водоспоживання рослин картоплі залежно від РПВГ (70-80-70 % НВ і 80-80-70 % НВ, а також призначення поливів за показниками тензіометрів -0,04 МПа і -0,05 МПа) та способів мікрозрошення (краплинного та мікродошування) присвячено праці Черниченка М.І. (2009-2011 рр., ІЗЗ НААН, керівник – к.с.-г.н. Балашова Г.С.). У цих досліджах вперше вивчено процеси водоспоживання рослин картоплі, одержаних із мінібульб, набуло подальшого розвитку обґрунтування тензіометричного методу призначення поливів за мікрозрошення, удосконалено технологію вирощування картоплі в зрошуваних умовах Степу України [22, 409, 631, 632, 633].

Технологічні особливості вирощування картоплі за краплинного зрошення наведено у публікації М. Галича, С. Кушнар'ова, А. Мордика [105].

Як найбільш раціональний В.А. Лимар та І.М. Шабунін рекомендують режим краплинного зрошення ранньої картоплі на супіщаних ґрунтах з РПВГ 60-70-70 % від НВ за фазами розвитку рослин [161].

Практично всі питання технології краплинного зрошення картоплі значно об'ємніше досліджено та висвітлено у численних роботах російських вчених: Григорова М.С., Жидкова В.М., Захарова В.В. [133, 134, 135], Андріанова А.Д., Андріанова Д.А. [7], Івеніна В.В., Івеніна О.В., Тихонова С.П. [229, 230], Корінець В.В., Шляхова В.О. [282, 694, 695], Корінець В.В., Дубіна Р.І. [184, 185, 186, 283, 284], Чурзіна В.М., Захарова В.В., Леденьова О.Н. [634], Кулігіна В.О., Євтухова Н.В., Райляна Р.М., Щедріна В.М. [306, 702] та Болотіна А.Г. [37].

Таким чином, підводячи підсумок огляду літературних джерел стосовно краплинного зрошення картоплі, очевидним є те, що питання

режимів зрошення є ще не достатньо вивченими в умовах Степу України. Зокрема, не досліджено інтенсивні режими зволоження із РПВГ 85 і вище відсотків від НВ ґрунту та особливості їх впливу на продукційні процеси рослин, не отримано повноцінних математичних залежностей «Водоспоживання – Врожайність» тощо. Саме цей факт і спонукав до проведення нами відповідних експериментальних досліджень (на землях КДС ІВПІМ НААН, 2006-2008 рр.).

Як було відмічено вище, **перець солодкий** – одна із найвимогливіших овочевих рослин щодо вологості ґрунту [41, 25, 192, 224, 423, 431]. Питанням розробки раціональних поливних режимів перцю солодкого при дощуванні в умовах України присвячено праці Михайлова В.М., Недбала Р.Ф. [391], Чернецького В.М. [628, 629], Яцюк З.Ф., Передерій В.В. [735], в умовах РФ – Ткачова О.А., Большакова Є.А. [600].

Не зважаючи на поширеність і популярність технології вирощування перцю солодкого за краплинного зрошення серед фермерів та приватного сектору півдня України, наукові дослідження цього питання носили несистемний і вибіркового характеру.

Найбільш повно досліджували питання режимів зрошення, удобрення, схем посіву (густоти) перцю солодкого за краплинного зрошення на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПІМ НААН Лимар В.А., Шатковський А.П., Наумов А.О., Лимар А.О., Жарінов В.І., Шабунін І.М. та Довбня Д.С. [146, 153, 154, 481].

У науково-популярній публікації [504] Ромащенко М.І. та Корюненком В.М. висвітлено основні складові технології вирощування перцю солодкого за краплинного зрошення в умовах Степу Запорізької області.

Рекомендації щодо оптимального РПВГ (70-80-80 % від НВ) за вирощування перцю солодкого у закритому ґрунті при краплинному зрошенні надано Д.С. Довбнею (ПДСГДС ІВПІМ) [172].

Для умов низинної зони Закарпаття обґрунтовано технологію вирощування перцю солодкого М.І. Ромашенком, О.Г. Матвійцем та А.О. Матвійцем [359, 360], підготовлено відповідні рекомендації [482].

Проектом аграрного маркетингу (2004-2005 рр., Сологуб Ю.І. та ін.) також підготовлено практичні рекомендації щодо вирощування перцю солодкого за краплинного зрошення у різних ґрунтово-кліматичних умовах України [175].

За підтримки USAID (Агентство США з міжнародного розвитку) у 2012 р. підготовлено практичний посібник з технологій вирощування овочевих культур в Україні, у тому числі значної уваги приділено розсадній культурі перцю солодкого (Сологуб Ю.І., Стрелюк І.М., Максимюк А.С.) [570].

Такого ж плану учбово-методичний посібник [594] було підготовлено вченими Херсонського державного аграрного університету за редакцією д.с.-г.н., професора, академіка НААН Ушкаренка В.О. та професора Морозова В.В.

Порівняльну оцінку різних способів поливу за вирощування перцю солодкого було проведено у Пуерто-Ріко [747]. Встановлено, що зрошувальна норма за поверхневого поливу склала $8520 \text{ м}^3/\text{га}$, за мікродозування – $5680 \text{ м}^3/\text{га}$ і за краплинного зрошення – $4460 \text{ м}^3/\text{га}$. Приріст урожайності плодів (порівняно із незрошуваними умовами) за краплинного зрошення склав $186,0 \%$, мікродозування – $115,5 \%$ та поверхневого поливу – $52,0 \%$. В цілому, розрахункова ефективність способів поливу склала: поверхневого – 37% , мікродозування – 65% та краплинного зрошення – 84% .

Для різних ґрунтово-кліматичних умов південних регіонів Російської Федерації технологічні аспекти вирощування перцю солодкого за краплинного зрошення розроблено такими вченими-меліораторами та овочівниками як професор Бородичов В.В. [49, 53], Овчинніков О.С., Пантюшина Т.В., Данилко О.В. [420, 421], Кисельова Н.М., Бочаров В.М.,

Соколова Г.Ф. [259], Бочарнікова О.В., Бочарнікова В.С. [59] та ряд інших.

Баклажан, як і перець солодкий, за вимогливістю до водного режиму ґрунту також відносять до першої групи овочевих рослин [224, 636, 676].

Не зважаючи на популярність цього корисного овоча, питання зрошення способом дощування або поверхневого поливу практично не досліджено. Наведено лише загальні рекомендації щодо поливного режиму без посилення на дані польових чи вегетаційних дослідів [41, 224, 431, 444]. Лише у теперішній час, для умов Волго-Донського міжріччя (РФ), Григоровим М.С., Ахмедовим А.Д. та Давидовим І.О. обґрунтовано диференційовані режими зрошення та досліджено процесів водоспоживання баклажана за дощування [136, 144].

Питання режимів краплинного зрошення, удобрення, схем посіву (густоти) баклажана на супіщаних ґрунтах у ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН досліджували Лимар В.А., Шатковський А.П., Наумов А.О., Лимар А.О., Жарінов В.І., Шабунін І.М., Довбня Д.С., Брага С.В. [147, 153, 160, 481].

Ромашенком М.І. та Корюненком В.М. наведено основні аспекти та особливості технології вирощування баклажана розсадного за краплинного зрошення в умовах Степу Запорізької області [504].

С.В. Щетиною, під керівництвом д.с.-г.н., професора Лихацького В.І., захищено у 2007 р. дисертаційну роботу на тему: «Технологічна оцінка окремих елементів вирощування баклажана при краплинному зрошенні у Правобережному Лісостепу України» [336, 704, 705]. Проте варто зазначити, що факторами, які вивчали у досліді був спосіб вирощування розсади та площа живлення рослин, строки садіння розсади, сорти та гібриди, т. б. сам, власне кажучи, спосіб зрошення був фоном, а питання водного режиму не було предметом досліджень авторів.

В останній період (2005-2015 рр.) питанню технології краплинного зрошення баклажана було приділено уваги також російськими вченими-

меліораторами або овочівниками: Бородичов В.В., Дубенок М.М., Шенцева Є.В., Стрижакова Є.О., Шумакова К.Б. [49, 53, 179], Губер К.В., Шенцева Є.В., Ю.Д. Губаюк, Гуренко В.А. [138, 140], Шуваєв В.О., Кравцова Г.М., Корольов В.В., Корешкова В.М. [699] та ін.

Отже, ґрунтуючись на проведеному огляді літературних джерел з питань краплинного зрошення перцю солодкого та баклажана, можливо зробити висновок щодо недостатньої вивченості окремих аспектів. А саме: вирощування цих культур у зрошуваній просапній сівозміні, вплив інтенсивних та диференційованих режимів краплинного зрошення на процеси водоспоживання та формування врожайності, біохімічний склад продуктивних органів рослин тощо. Цим обумовлено проведення нами польових експериментальних досліджень у межах стаціонарного досліді на землях КДДС ІВПіМ НААН протягом 2010-2014 рр.

За потребою у воді **цибулю ріпчасту** відносять до другої групи овочевих рослин. Зважаючи на це, вимоги цієї рослини до вмісту вологи у ґрунті, особливо у першій половині вегетаційного періоду, у першу чергу під час появи сходів, а також інтенсивного наростання вегетативної маси, дуже високі. Традиційно цю культуру розміщують на зрошуваних землях [70, 224, 297, 676].

Достатньо глибоко та комплексно досліджено питання водного режиму, водоспоживання та формування продуктивності цибулі ріпчастої за її вирощування в умовах дощування та поверхневого поливу. Зокрема, цій проблематиці присвячено праці таких вітчизняних учених меліораторів та овочівників як Д.Р. Вітанова, С.О. Дудника [98, 99], В.Я. Борисова, В.Ф. Васецького [43, 72], Є.М. Горбатенко, О.Я. Скрипникова, В.Ф. Лінькова, Л.В. Базилевської [123, 124, 342, 555], С.О. Дудника, В.С. Щепака, Л.П. Черноуса [187]; Молдови та Росії: І.М. Гамаюна [106], С.С. Ванеяна, А.Ф. Вишнякової [70, 71], Матвеевої О.А. [357], Маковкіної Л.Н. [351] та ін.

Що стосується вивчення цих же питань, але в умовах краплинного зрошення, то такого плану дослідження було проведено останніми роками на землях ІЗЗ НААН, ПДСГДС ІВПіМ (спільно з Миколаївський національним аграрним університетом) та Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН.

Зокрема такі елементи технології як РПВГ (60, 70, 80 і 90 % НВ), густина рослин (500, 700 і 900 тис.шт./га) та застосування мікродобрива Байкал ЕМ-1У за вирощування сорту цибулі ріпчастої Халцедон досліджено у рамках дисертаційної роботи Журавльовим ОВ під керівництвом к.с.-г.н. Васюти В.В. (2006-2008 рр., ІЗЗ НААН) [83, 84, 87, 155, 201, 202, 203, 204]. Вченими встановлено, що найвищу продуктивність рослин в цих умовах забезпечує поєднання режиму краплинного зрошення з РПВГ 90 % від НВ у шарі ґрунту 0-50 см, густоти рослин 900 тис.шт./га та внесення мікродобрива Байкал ЕМ-1У у нормі 6,3 дм³/га.

Науковими співробітниками лабораторії овочівництва ІЗЗ НААН спільно із ІВПіМ НААН обґрунтовано технологію вирощування цибулі ріпчастої за краплинного зрошення у сівозміні «томат – цибуля ріпчаста – ячмінь озимий» [88, 591, 623]. Зокрема, вперше у підготовлених рекомендаціях наведено практичні рекомендації щодо схеми підживлення цибулі ріпчастої з поливною водою препаратами Ріверм та Мочевин К1.

На землях цього ж науково-дослідного інституту протягом 2006-2008 рр. Т.А. Мартиненко досліджено агроеліоративну ефективність фосфогіпсу і добрив за краплинного зрошення цибулі ріпчастої (науковий керівник – к.с.-г.н., с.н.с. Дишлюк В.Є. (НААН). За результатами проведених досліджень науковці рекомендують для збереження його агроеліоративного стану темно-каштанового слабосолонцюватого ґрунту при зрошенні цибулі ріпчастої слабомінералізованою водою застосовувати фосфогіпс в дозі 1,9 т/га із внесенням його в стрічку посіву. Крім цього, для одержання врожайності цибулі ріпчастої на рівні 50 т/га і більше по фону фосфогіпсу (1,9 т/га в стрічку посіву) рекомендовано внесення розрахункової

дозы мінеральних добрив (азот у формі кальцієвої селітри) [156, 169, 354, 355, 366, 367, 368].

Комплексний 3-х факторний польовий дослід з вивчення впливу РПВГ, доз мінеральних добрив та способів поливу (КЗ та мікродощування) на водний режим і продуктивність цибулі ріпчастої на супіщаних ґрунтах проведено співробітниками ПДСГДС (Лимар А.О., Лимар В.А., Наумов А.О.) та Миколаївського національного аграрного університету (Гамаюнова В.В., Задорожній Ю.І.) (2008-2010 рр.) [109, 148, 317, 593]. Результатом досліджень є обґрунтування диференційованого РПВГ 90-80-70 % від НВ за фазами розвитку рослин та дози азотних добрив N_{360} . Таке поєднання варіантів забезпечило отримання економічно доцільної врожайності цибулин нормативної якості на рівні 80 т/га.

Даніліною А.С. та Семенченко О.Л. (Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН, 2011-2012 рр.) проведено порівняння різних режимів краплинного зрошення цибулі (80 % від НВ та диференційованого 80-70 % від НВ) з дощуванням (80-75 % від НВ) на фоні різної густоти рослин (600 тис., 800 тис. та 1,0 млн. шт./га). Контроль – без зрошення. За результатами досліджень встановлено кращий режим краплинного зрошення для цибулі ріпчастої (80-75% НВ до утворення цибулини та 70-65% НВ до вилягання пера), за якого відсотковий вихід маточників за густоти 1,0 млн. шт./га зростає до 68 % [145].

Загальні агротехнічні операції вирощування цибулі за краплинного зрошення наведено у численних науково-популярних статтях та науково-практичних рекомендаціях [512, 513, 481, 557, 589, 590, 594].

Для зони зрошуваного землеробства Російської Федерації технологію вирощування цибулі ріпчастої за краплинного зрошення обґрунтовано В.В. Бородичовим, В.В. Выборновим, В.С. Козаченком [50, 51, 89, 90, 238], Н.Н. Дубенком, А.І. Болкуновим, М.П. Богданенком [180, 181, 182, 183], Ю.М. Анішко [8, 9]. Найбільш показовими є дослідження Выборнова В.В. (науковий керівник – д.с.-г.н., професор, чл.-кор. РАН Бородичов В.В.), в

рамках яких проведено комплексний 3-х факторний польовий дослід з вивчення різних РПВГ, глибин зволоження та доз мінеральних добрив з метою одержання врожайності цибулин 50, 60 та 70 т/га. Встановлено, що для формування 60 т/га цибулин стандартної якості слід вносити $N_{115}P_{85}K_{65}$ при підтриманні РПВГ 80 % від НВ і глибини зволоження 0,3 м в період «посів – формування цибулин» з подальшим зниженням передполивного рівня до 70 % від НВ у період «формування цибулин – технічна стиглість». Внесення дози добрив $N_{165}P_{115}K_{115}$ не доцільно, так як врожайності цибулин 70 т/га не досягнуто [89, 90].

Провівши аналітичний огляд літературних джерел щодо зрошення цибулі, констатуємо, що з одного боку особливості водного режиму, водоспоживання та формування продуктивності рослин за краплинного зрошення, вивчено достатньо повно. Проте, з іншого боку, варто відзначити, що з різних обставин дослідження проведено на сортах традиційної селекції (наприклад, Халцедон). Також не досліджено окреслені питання за вирощування ранньостиглих гібридів цибулі ріпчастої, економічна ефективність яких наразі є потенційно найвищою. Цим обумовлено проведення нами польових експериментальних досліджень у межах стаціонарного дослід у землях ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН протягом 2011-2013 рр.

Походження **кукурудзи цукрової** (Центральна Америка) у певній мірі визначає її біологічні особливості: це теплолюбна культура, яка відрізняється жаростійкістю. У той же час, вона є менш посухостійкою і більш вимогливою до вологи порівняно із зерновою кукурудзою [659, 676, 696, 761].

Зазначимо, що ріст популярності серед сільгосптоваровиробників ця культура отримала лише в останні роки, тому в часи бурхливого розвитку зрошувальних меліорацій в Україні (1965-1990 рр.) відповідних наукових досліджень щодо цієї культури проведено не було.

У 2011-2013 рр. С.А. Хорешков, під керівництвом к.с.-г.н. Онопрієнка Д.М., на землях КДДС ІВПіМ НААН провів дослідження з вивчення РПВГ (3 варіанти: без зрошення, 60-80 % і 80-80 % від НВ ґрунту) та способів внесення азотних мінеральних добрив (2 варіанти – поверхнево-локально і методом фертигації, контроль – без удобрення). Найвищу врожайність качанів (28,46 т/га, що на 16,81 т/га перевищувало контроль) було отримано за РПВГ 80-80 % від НВ ґрунту та внесенням добрив з поливною водою [622].

П.В. Лиховидом (аспірант ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет») у 2014-2015 рр. досліджено вплив глибини основного обробітку ґрунту, фону мінерального живлення та густоти рослин на продуктивність кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення [340]. Ним також опубліковано ряд робіт рекомендаційного характеру щодо вирощування кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення [338, 339], у тому числі і наукове видання (книга) [337].

Основні аспекти вирощування кукурудзи цукрової в умовах зрошення наведено у статті агронома – консультанта агрокомпанії «Владам – Юг» А. Карельсон [245]. Хоча наведені в роботах цих фахівців рекомендації щодо режимів зрошення культури не базуються на даних польових досліджень, а є узагальненням робіт інших авторів та передового виробничого досвіду.

Заверталюк О.В. і Заверталюк В.Ф. (Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН, 2009-2011 рр.) було досліджено різні аспекти технології вирощування кукурудзи цукрової в умовах Північного Степу, у т. ч. динаміку вологозабезпеченості рослин [205, 206]. Проте, ці дослідження було проведено в богарних умовах.

Режими краплинного зрошення та удобрення рослин кукурудзи цукрової досліджено В.В. Бородичовим, В.В. Брижак, М.М. Литовим (Волгоградський комплексний відділ ДНУ ВНДГіМ ім. О.М. Костякова) в умовах Сухостепової зони Нижнього Поволжя [52, 54, 57, 58]. В цих

дослідах було встановлено закономірності водного режиму, росту і розвитку, формування врожайності качанів залежно від РПВГ та мінерального живлення, розроблено технологію вирощування з продуктивністю понад 25 т/га качанів.

Як бачимо з огляду літературних джерел, питання режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання кукурудзи цукрової для умов Степу України, практично не досліджено, що і обумовило проведення нами відповідних експериментальних робіт за цим напрямом (КДДС ІВПіМ НААН, 2007-2009 рр.).

Як уже зазначалося, **кавун** – відносно посухостійка культура [316]. Проте стабільно високу врожайність у зоні недостатнього зволоження можливо отримувати лише на зрошенні. У попередні періоди питаннями розробки технологій вирощування кавуна у зрошуваних умовах займалися науковці Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва УААН (нині – ПДСГДС ІВПіМ) спільно колегами із ІГіМ УААН (нині – ІВПіМ НААН). Найбільш відомими є роботи к.с.-г.н. Косачова С.П. (науковий керівник – д.с.-г.н., професор Лимар А.О.) [288, 289].

В 1992 р. на землях ДГ «Великі Клини» Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва УААН С.В. Малярчуком проведено дослідження з розроблення режимів мікрозрошення кавуна (керівники – д.т.н., професор, академік НААН Ромашенко М.І., к.т.н., с.н.с. Корюненко В.М.). Схемою дослідів було передбачено варіанти з різними РПВГ – 80 % та 60 % НВ. За вегетаційний період 1992 р. на варіантах «краплинне зрошення – 60 % НВ» було проведено 10 поливів зрошувальною нормою 944 м³/га та 12 поливів на варіантах з передполивним порогом 80 % від НВ ґрунту. Зрошувальна норма за цього становила 1128 м³/га. Норми поливу за краплинного зрошення на варіантах з різними РПВГ коливались від 55 до 92 м³/га з міжполивним періодом від двох до п'яти діб. За мікродозування норми поливу варіювали від 86 до 144 м³/га. На контролі (полив дощуванням) величина норми поливну складала 600-800 м³/га,

зрошувальної норми – 1800-2100 м³/га. Дослідженнями доведено перевагу краплинного зрошення кавуна порівняно з дощуванням та мікродощуванням [353, 500, 524].

Лимарем А.О. та Кашеєвим О.Я. було одержано деклараційний патент на спосіб вирощування кавуна за краплинного зрошення (2003-2004 рр.) Суть способу полягає у мульчування посівних рядків кавуна непрозорою поліетиленовою плівкою, що, як показали дослідження, скорочую витрати поливної води майже у 2 рази та підвищує врожайність плодів на 15-20 % (+12,4 т/га). Кращим варіантом зволоження ґрунту у цих дослідах був варіант з РПВГ 75 % від НВ ґрунту [158].

Співробітниками Всеросійського НДІ зрошуваного овочівництва і баштанництва РАН (Астраханська область, РФ) досліджено особливості росту та розвитку кавуна за краплинного зрошення та переваги КЗ перед дощуванням за допомогою ДДА – 100 МА. Встановлено, що після вступу у плодоношення водопотреба рослин стабілізується на рівні близько 50 м³/га, на що необхідно орієнтуватися при розрахунках норм поливу. Крім цього вагомою перевагою краплинного зрошення перед дощування є зниження захворюваності рослин кавуна антракнозом на 45-60 % та збільшення врожайності на 35-50 % [569].

Завдяки цим, та ряду інших переваг, краплинний спосіб поливу кавуна є популярним серед фермерів південного регіону України [413].

Як видно з огляду літературних джерел, дослідження питань режимів краплинного зрошення кавуна носять дещо обмежений характер. Недостатньо уваги приділено також вивченню схем розміщення рослин та системі мінерального живлення за краплинного зрошення. Саме цим обумовлено проведення нами комплексного 3-х факторного дослідіду на супіщаних ґрунтах в межах землекористування ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН протягом 2006–2008 рр.

Висновки до розділу 1.

1. Розвиток технологій та технічних засобів краплинного зрошення, відповідно до наведених загальносвітових тенденцій, створить передумови для практично безальтернативного використання краплинного зрошення для поливу всіх просапних та багаторічних культур через 10-15 років – тобто в період, який за існуючими прогнозами буде характеризуватись значним загостренням продовольчої кризи та зростанням дефіциту водних ресурсів на планеті.

2. За посівними площами, об'ємами вирощування та споживання, фактичними та потенційними обсягами експорту такі просапні сільськогосподарські культури як кукурудза на зерно, соя, буряк цукровий, картопля рання є стратегічними для України з точки зору їх значимості для аграрного сектору економіки.

Роль і значення у харчуванні людини з одного боку, та недостатня вивченість елементів технології краплинного способу поливу з іншого, обумовила при складанні плану дисертаційного дослідження вибір таких овоче-баштанних культур як перець солодкий, баклажан, цибуля ріпчаста ранньостигла, кукурудза цукрова та кавун.

3. Результатом аналітичного огляду вітчизняних та зарубіжних друкованих літературних джерел, а також інформаційних джерел мережі Інтернет, є виокремлення недостатньо вивчених для умов Степу України, проте вкрай важливих, елементів технології краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур:

- інтенсивні режими зрошення, які формуються за підтримання РПВГ 85 і вище відсотків від НВ ґрунту;

- диференційовані РПВГ за фазами розвитку культур, які потенційно є біологічно оптимальними режимами зрошення;

- біологічні (фізіологічні) методи діагностування поливів за ККС листя з використанням цифрових рефрактометрів;

- інструментальні методи діагностування поливів з використанням сенсорів на базі цифрових інтернет-метеостанцій;

- оцінка та адаптація розрахункового методу «Penman – Monteith (FAO)»;

- формування зон зволоження залежно від типу ґрунту та тривалості поливу, математичне моделювання профільного вологоперенесення за краплинного зрошення;

- залежності «Водоспоживання – Врожайність»;

- густина рослин та схема їх посіву (садіння);

- норми внесення добрив з поливною водою (фертигація);

- реакція сучасних високопродуктивних гібридів на зрошення тощо.

Виходячи з цього, констатуємо, що всебічному дослідженню окреслених питань присвячена ця дисертаційна робота.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІД ЖЕНЬ

2.1 Характеристика ґрунтового покриву

Степ займає південну частину території України і простягається з південного заходу на північний схід на 970 км, а з півночі на південь – до 500 км. Територіально він частково або повністю охоплює Одеську, Кіровоградську, Дніпропетровську, Запорізьку, Херсонську, Миколаївську, Донецьку, Луганську, Харківську області і північні райони Криму. Північна межа зони проходить уздовж лінії Котовськ-Кіровоград-Кременчук-Красноград-Вовчанськ [211].

Відомо, що Степ є найбільшим зональним природним комплексом країни: загальна площа Степу близько 25 млн га, що становить 40 % території країни, сільськогосподарські угіддя у Степу займають 16,4 млн. га, з яких рілля – 13,3 млн. га (45 % орних земель держави) [114, 213].

Переважаючими ґрунтоутворними породами зони є леси, якими покриті вододільні плато і тераси річкових долин. За гранулометричним складом вони важкосуглинкові, в межах Причорноморської низовини легкоглинисті, на Приазовській і Середньо-Руській височині місцями середньоглинисті, а на терасах долин – середньо- і легкосуглинкові.

Ґрунтовий покрив Степової зони змінюється залежно від посушливості клімату (рисунок 2.1) [213, 364, 400, 465].

Найпоширенішими ґрунтами зони Степу є чорноземи звичайні та південні, які разом становлять біля 75 % площі природної зони. Поширеними також є каштанові та темно-каштанові ґрунти. У подах формуються солончаки [11].

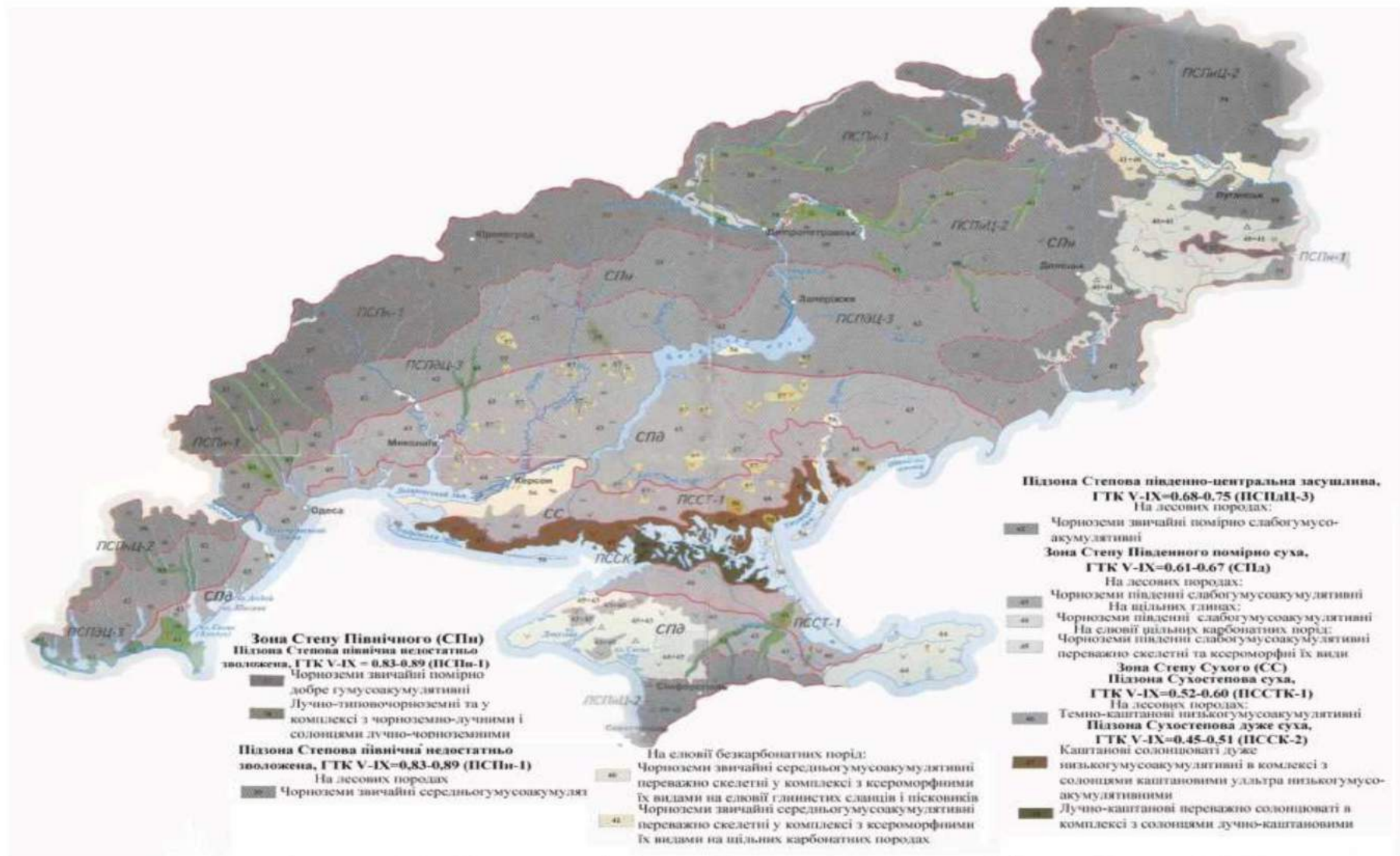


Рисунок 2.1 – Карта ґрунтів Степової зони України [465]

Чорноземи звичайні є найбільш поширеними в північній зоні Степу України і серед усіх чорноземних ґрунтів цієї зони займають 60 %. Вони мають відносно добрі ознаки чорноземоутворювального процесу: нагромадження гумусу, відносно неглибоке залягання карбонатів у вигляді «білозірки», відсутність перерозподілу мінеральної частини в профілі. Потужність гумусованого профілю, як і вміст гумусу, зменшується з півночі на південь із наростанням посушливості клімату, ближче до поверхні підходять горизонти акумуляції карбонатів, гіпсу, водорозчинних солей. Коливання цих величин значною мірою залежать від гранулометричного складу материнських порід. На більш легких породах сформувались глибокі, але менш гумусовані чорноземи, на важких – менш потужні, але більш гумусовані. Ці чорноземи в цілому мають сприятливі властивості для вирощування овочевих культур: вони добре агреговані, вологоємні, зі сприятливим складом обмінних катіонів, мають нейтральну і слабколужну реакцію ґрунтового розчину. Серед них за гранулометричним складом переважають важкосуглинкові (89 %).

Чорноземи південні є фоновими ґрунтами південного регіону України і складають 3,3224 млн. га. Потужність гумусованої частини профілю і вміст у ньому гумусу змінюється залежно гранулометрії. Вміст останнього коливається в межах 2,7-4,0 %. Потужність профілю варіює від 50 до 85 см. За гранулометричним складом серед чорноземів південних переважають важкосуглинкові і легкоглинисті – 86 %, середньосуглинкові займають 10 %, легкосуглинкові – 1,8 %, а супіщані – 1,7 %.

Каштанові солонцюваті ґрунти (100,9 тис. га) залягають вузькою смугою у Присивасько-Причорноморській зоні Лівобережжя Дніпра і по узбережжях Сиваша в Криму. Ці ґрунти не утворюють суцільних масивів, а залягають у комплексі із солонцями каштановими, агрономічні якості яких погіршує солонцюватість і аридність клімату. На знижених Присиваських рівнинах у комплексах з солонцями поширені лучно-каштанові солонцюваті ґрунти (132,4 тис. га).

Темно-каштанові ґрунти розповсюджені на площі 1,2385 млн. га і мають переважно важкосуглинковий і легкосуглинковий гранулометричний склад (71,5 %). Середньосуглинкові ґрунти займають 18,3 %, легкосуглинкові – 8,2 %, а супіщані – 2,0 %. Такий родовий склад цих ґрунтів визначає їх ресурсний потенціал. Глибина їх профілю 50-80 см, вміст гумусу в орному шарі 2,3-3,3 %. Структурно-агрегатний склад темно-каштанових ґрунтів сприятливий, але якісно гірший, ніж у чорноземів південних, осолонцювання погіршує його за рахунок збільшення брилистої фракції і зменшення агрономічно-цінних агрегатів. Темно-каштанові ґрунти більш щільні, ніж чорноземи південні. У зрошуваних і вторинно осолонцюваних видах щільність будови зростає, а плантажовані мають пухкіший стан порівняно з початковим. Водно-фізичні властивості сприятливі і мало відрізняються від чорноземів південних. Однак такі типи ґрунтів мають невисоку продуктивність через нестачу ґрунтової вологи, низький вміст гумусу, солонцюватість, засолення, лужність ґрунтового розчину, еродованість, задовільні агрофізичні властивості, а в окремих регіонах щебенюватість. Для поліпшення їх родючості важливе значення мають агротехнічні та меліоративні заходи.

Отже, ґрунтові умови Степової зони України є в цілому задовільними, проте досить різноманітними за своїми властивостями та продуктивністю, що потребує диференційованого підходу до ведення зрошуваного землеробства. Насамперед, це стосується режимів зрошування та удобрення, якості поливної води, способів та техніки поливу, які значною мірою визначають ефективність зрошування сільськогосподарських культур.

Зважаючи на це, врахування впливу ґрунтових умов на параметри технологій краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур, було здійснено шляхом закладання трьох стаціонарних дослідів на різних типах ґрунтів: 1-й стаціонар на чорноземі звичайному середньосуглинковому (КДДС ІВПіМ НААН, атестат УААН № 081 та

НААН № 18) [173], 2-й стаціонар на темно-каштановому легкосуглинковому ґрунті (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, атестат НААН № 19) і 3-й стаціонар на чорноземі осолоділому супіщаному (ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН, атестат № 20) (додаток В (В 1 – В 4)).

Перший стаціонар (КДДС [173]), на якому проводили польові дослідження, розміщений у підзоні Степовій південно-центральної засушливій на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН, яка адміністративно знаходиться у м. Кам'янка-Дніпровська Запорізької області. Територія КДДС розташована на лівому березі Каховського водосховища і займає західну частину зрошуваного масиву «Кам'янський Під». Район знаходиться на висоті 15-50 м над рівнем моря, дослідна ділянка – 18,4-19,8 м, географічні координати – 47°46' пн. ш. 34°42' сх. д. [104].

Основна ґрунтоутворююча порода – лесовидні суглинки середнього гранулометричного складу. Особливістю їх є велика неоднорідність гранулометричного складу за глибиною ґрунтового профілю.

Рельєф дослідної ділянки рівнинний, мікрорельєф розвинутий слабо і представлений, в основному, безстоковими блюдцями площею від 0,25 до 1,45 м². Ґрунти автоморфні – рівень ґрунтових вод 8-10 м.

Ґрунтовий покрив представлений *чорноземами звичайними малогумустими середньосуглинковими*. Вміст фізичного піску у шарі ґрунту 0-40 см дорівнює 73,0-74,0 %, фізичної глини – 25,8-26,8 %. З глибини 41 см до 180 см ґрунту і материнської породи кількість фізичного піску зменшується до 57,0-66,4 %, а фізичної глини збільшується до 21,6-32,6 %, що вказує на середньосуглинковий механічний склад материнської породи. У шарі ґрунту 181-200 см порода відноситься вже до важкосуглинкової (додаток Г, таблиця Г1) (ДСТУ 4730) [712].

Структурно агрегатний склад ґрунту вказує, що вміст найбільш цінних, з агрономічної точки зору, агрегатів (0,25-1,00 мм) у 0-20 см шарі

грунту становить 69,4 %, а у 21-40 см шарі кількість їх збільшується до 74,2 % (ДСТУ 4744) [719].

Щільність твердої фази ґрунту і верхнього шару материнської породи варіює за глибиною у незначних межах – від 2,44 до 2,50 т/м³ (ДСТУ 4745) [721]. Для шару 0-30 см щільність складення ґрунту дорівнює 1,40 т/м³, 0-50 см – 1,37 т/м³, 0-70 см – 1,35 т/м³, 0-100 см – 1,34 т/м³ (таблиця 2.1). Найменша вологомісткість у верхніх шарах ґрунту – 18,4 %, а в нижніх збільшується до 18,5-18,8 % [333], ПВ складає 27,0-28,4 % (шар 0-50 см) (ДСТУ 5095) [722].

Таблиця 2.1 – Водно-фізичні властивості чорнозему звичайного мало гумусного середньосуглинкового на лесі дослідної ділянки КДДС

Шари ґрунту і породи, см	Щільність складення, т/м ³	Щільність твердої фази, т/м ³	НВ, % від маси	НВ, % від об'єму	Повна вологомісткість, %	Капілярна вологомісткість, %
0-10	1,37	2,50	19,9	27,3	27,0	26,4
11-20	1,41	2,48	19,1	25,8	27,5	27,1
21-30	1,41	2,44	18,4	24,1	28,4	27,5
31-40	1,36	2,49	18,4	24,7	24,7	26,3
41-50	1,29	2,44	18,4	24,0	27,2	25,6
51-60	1,31	2,46	18,5	24,8	28,4	28,1
61-70	1,29	2,48	18,6	24,2	30,7	29,6
71-80	1,32	2,50	18,6	24,5	30,8	29,9
81-90	1,32	2,50	18,6	24,5	31,2	30,0
91-100	1,32	2,50	18,5	24,3	32,0	29,9
101-120	1,34	2,47	18,4	24,5	28,5	28,0
121-140	1,35	2,48	18,5	24,4	23,4	28,2
141-160	1,41	2,49	18,3	25,5	30,0	30,5
181-200	1,38	2,49	18,0	28,3	32,3	23,4

Вміст гумусу (ДСТУ 4289:2004 [717]) у ґрунті з глибиною зменшується від 1,82 % у шарі 0-20 см до 0,94 % у шарі 61-80 см і 0,38 % – на глибині 101-120 см (таблиця 2.2). Вміст карбонатів поступово

збільшується з 0,46 % у шарі 0-20 см до 3,80 % у шарі 61-80 см і 7,50-6,58 % у шарі 121-160 см.

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні властивості чорнозему звичайного мало гумусного середньосуглинкового на лесі дослідної ділянки КДДС

Властивості грунту і породи	Шари ґрунту і породи, см							
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160
Загальна кількість гумусу, %	1,98	1,63	1,52	0,99	0,69	0,39	–	–
CaCO ₃	2,50	2,70	3,80	4,80	5,14	5,70	7,50	6,58
Увібрані основи, мг.-екв. на 100 г ґрунту, у т. ч.:								
Ca ²⁺	13,75	10,0	22,5	9,20	7,56	6,26	6,84	7,58
Mg ²⁺	7,5	10,0	5,0	3,6	5,7	5,60	6,70	2,60
Na ⁺	0,147	0,277	0,440	0,34	0,31	0,26	0,24	0,23
Сума	13,67	15,56	15,67	13,14	13,57	12,12	13,76	9,91
% Ca від суми	80,20	75,37	68,41	70,02	55,72	51,66	49,57	71,44
% Mg	19,00	23,80	30,63	27,39	42,00	46,20	48,69	26,24
% Na	0,80	0,83	0,96	2,59	2,28	2,14	1,74	2,32
Загальна кількість водорозчинних солей, %	0,120	0,125	0,143	0,144	0,168	0,186	0,173	0,192
pH водної витяжки	7,20	7,20	7,40	7,75	7,80	7,85	7,85	7,85

Повна вологомідкість ґрунту – 27,0-30,7 %, а материнської породи (181-200 см) – від 30,0 до 32,3 %.

Вміст гумусу у ґрунті з глибиною зменшується від 1,82 % у шарі 0-20 см до 0,94 % у шарі 61-80 см і 0,38 % – на глибині 101-120 см (таблиця 2.2). Вміст карбонатів поступово збільшується з 0,46 % у шарі 0-20 см до 3,80 % у шарі 61-80 см і 7,50-6,58 % у шарі 121-160 см.

Сума поглинених основ у шарі ґрунту 0-60 см знаходиться у межах 13,7-15,7 мг.-екв. на 100 г ґрунту. З них вміст обмінного кальцію дорівнює 68,4-80,2 %. Вміст обмінного магнію з 19,0 % у шарі ґрунту 0-20 см збільшується до 30,6 % у шарі 41-60 см і 42,0 % – у шарі 81-100 см. Відсоток обмінного натрію у шарі ґрунту 0-60 см дорівнює 0,80-0,96, а в материнській породі – 1,74-2,60.

Ґрунт і материнська порода на глибину 160 см не засолені. Сума водорозчинних солей не перевищує 0,19 %. pH водної витяжки за глибиною

збільшується з 7,50 у шарі 0-20 см до 7,80 – у шарі 81-100 см, і до 7,85 у шарі 141-160 см (таблиця 2.2).

Ґрунт характеризується середньою швидкістю водопроникнення – 2,27-2,63 мм/год. Після 2-3-х годин процес поглинання води переходить у процес фільтрації.

Ступінь забезпеченості 0-50 см шару ґрунту елементами живлення є дуже низькою за вмістом легкогідролізованого азоту (64,4-72,1 мг/кг ґрунту) (ДСТУ 7863(за Кодифікацією) [709], підвищена за вмістом рухомого калію (141,3-158,0 мг/100 г ґрунту) (ДСТУ 4405 (за Кірсановим) [710] та дуже висока – за вмістом рухомого фосфору (514,8-518,8 мг/100 г ґрунту) (ДСТУ 4405 (за Кірсановим) [710] (відомість і протокол дослідження зразків ґрунту № 254 від 07.04.2010 р. – додаток Д).

За ступенем природного зволоження ґрунт – низькозабезпечений.

Таким чином, ґрунт дослідної ділянки КДДС є типовими для цього регіону. Він характеризується задовільними водно-фізичними та фізико-хімічними властивостями і, за винятком природної вологозабезпеченості, є придатними для вирощування основних просапних сільськогосподарських культур [11, 465, 525].

Другий стаціонар територіально знаходиться у межах землекористування ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН та адміністративно знаходиться до Цюрупинського району Херсонської області (підзона Степу Сухого, 46⁰40' пн. ш. 33⁰12' сх. д.).

Ґрунтове обстеження території полігону краплинного зрошення просапних культур на землях було проведено Каховською гідрогеолого-меліоративною експедицією (ГГМЕ) у червні 2012 року, під час якого було закладено і морфологічно описано 5 розрізів (Т1-Т5) глибиною до 150 см, з яких, згідно ДСТУ 4287 [711], відібрано ґрунтові зразки за глибинами: 0-25, 25-50, 50-75 та 75-100 см. Зразки проаналізовано ДП «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН (відомість

результатів аналізів зразків ґрунту № 612 від 12.07.2012 р. – агрохімічний аналіз ґрунту та водна витяжка – додаток Е).

Ґрунтовий покрив території представлено *темно-каштановим залишково-солонцюватим легкосуглинковим ґрунтом на лесі*. Цей ґрунт є типовим ґрунтом північної частини Сухостепової зони України з ГТК_{V-IX} = 0,45-0,60.

Темно-каштановий залишково-солонцюватий легкосуглинковий ґрунт на лесі диференційований за елювіально-ілювіальним типом. Ілювіованість морфологічно виражається більш чітко за ущільненням горизонтів і їх структурою.

Будова профілю темно-каштанового залишково-солонцюватого легкосуглинкового ґрунту така:

H(e)_{0-34см} – гумусовий, темно-сірий, свіжий, легкосуглинковий, 0-18 см (орний), порохувато-грудкуватий, у сухому стані – грудкуватобрилистий, на структурних відмінах наявність кремнеземистої присипки, пухкий. Густо пронизаний коренями рослин. Перехід у наступний горизонт поступовий за кольором і складенням

Hr(i)_{34-60см} – верхній перехідний, темно-каштановий, свіжий, легкосуглинковий, призмоподібно-грудкуватозернистий, грані структурних відмінностей темні, глянцеві, пористий, щільний. Перехід у наступний горизонт поступовий за кольором

Rh(i)_{60-80см} – нижній перехідний, нерівномірно гумусований, темно-бурий з темно-сірими натіканнями, вологий, горіхувато-призмоподібно-грудкуватий, грані структурних відмінностей глянцеві, ущільнений, легкосуглинковий. Перехід у наступний горизонт поступовий за складенням

Rk_{80-150см} – лес, палевий, свіжий, легкосуглинковий, грудкуватий, наявність слабогумусованих плям, карбонатний (білозірка).

Вміст фізичної глини, визначеної згідно ДСТУ 4730 [712], у шарі ґрунту 0 – 50 см коливається від 24,0% до 25,0%, що характеризує ґрунту як легкосуглинковий (таблиця 2.3). Цей родовий склад визначає його

ресурсний потенціал. Він має добру мікроструктуру, в складі якої переважає фракція $>0,01$ мм (фізичний пісок) (73-76 %).

Щільність складення ґрунту (ДСТУ ISO 11272 [713]) у шарі 0 – 50 см становить $1,49 \text{ г/см}^3$ проти середньої у шарі 0-100 см – $1,54 \text{ г/см}^3$ (таблиця 2.4).

Таблиця 2.3 – Гранулометричний склад темно-каштанового залишково-солонцюватого ґрунту на ділянці ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН [712]

Глибина, см	Вміст гранулометричних фракцій, %, за їх розмірів, мм						Вміст, %	
	0,50-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,010-0,005	менше 0,005	фізична глина	фізичний пісок
0-25	10	19	34	12	9	16	25	75
25-50	11	20	30	15	7	17	24	76
50-75	10	18	32	14	7	19	26	74
75-100	9	17	31	16	6	21	27	73

Таблиця 2.4 – Щільність складення та найменша вологомісткість темно-каштанового залишково-солонцюватого легкосуглинкового ґрунту на дослідній ділянці ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН [333, 713]

Глибина відбирання, см	Щільність складення ґрунту, г/см^3	Найменша вологомісткість, %		
		після 1-го заливання	після 2-го заливання	після 3-го заливання
0-10	1,41	18,2	16,9	16,7
10-20	1,44	16,9	16,0	16,6
20-30	1,50	17,7	18,3	18,4
30-40	1,56	18,4	18,4	18,3
40-50	1,59	18,7	18,4	17,9
50-60	1,58	18,4	18,2	17,1
60-70	1,58	18,4	18,2	16,7
70-80	1,59	18,7	18,2	16,8
80-90	1,56	18,7	18,3	17,5
90-100	1,56	18,4	17,8	17,8
середнє у 0-50	1,49	17,6	17,1	17,2
середнє у 0-100	1,54	18,2	17,9	17,4

Найменша вологомісткість ґрунту метрового шару на другий день після заливання площадки згідно [333] складає 17,9 %.

Ступінь забезпеченості 0-50 см шару ґрунту елементами живлення низький за вмістом валового азоту (0,05-0,08 %) (ДСТУ 4726) [714] і рухомого калію (7,3-14,3 мг/100 г ґрунту) (ДСТУ 4114) [141] та високий – за вмістом рухомого фосфору (4,7-8,5 мг/100 г ґрунту) (ДСТУ 4114) [141].

Сума поглинутих катіонів з глибиною коливається від 14,56 до 17,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Обмінний натрій (ДСТУ 7861 [715]) в шарі 0-75 см становить 0,72 % від суми поглинутих катіонів. Кальцію у ґрунтово-поглинальному комплексі – 71-78 % [715].

За сольовим складом темно-каштановий залишково-солонцюватий ґрунт в межах 0-2 м незасолений. Загальний вміст солей змінюється від 0,059 % до 0,089 %, токсичних солей – 0,024-0,044 %. Тип засолення переважно сульфатно-гідрокарбонатний та гідрокарбонатно-сульфатний.

Вміст хлоридів (менше 0,04 мг-екв/100 г ґрунту) та гідрокарбонатів (менше 0,5 мг - екв/100 г ґрунту) у метровому шарі не перевищує допустимих меж.

Реакція ґрунтового розчину (ДСТУ ISO 10390 [716]) шару 0-100 см коливається від нейтральної у верхній частині (6,8-7,2) до слаболужної у нижній (7,4).

ґрунтово-підґрунтова товща (100-200 см) ділянки – малонатрієва. За вмістом натрію (1,1-1,6 %) (ДСТУ 7861) – несолонцювата, а за кількістю поглинутих катіонів магнію в ґрунтово-поглинальному комплексі (25,7-29,0 %) (ДСТУ 7861) – слабосолонцювата [715].

За сольовим складом темно-каштановий залишково-солонцюватий легкосуглинковий ґрунт придатний для вирощування просапних культур польової сівозміни.

Вміст гумусу в межах 0,82-1,22 % (за Тюрнім, ДСТУ 4289 [717]) характеризує темно-каштановий залишково-солонцюватий ґрунт як слабогумусний.

Потужність гумусованого горизонту складає 55-62 см.

Стійка форма карбонатів у вигляді білозірки залягає з глибини 80 см. Вміст CaCO_3 (ДСТУ ISO 10693 [718]) коливається від 0,295 % у 0-50 см до 2,65 % у 50-100 см.

Підстеляючою породою є давньоалювіальні відклади.

Грунтові води на ділянці розповсюджено за всією площею. Глибина їх залягання змінюється від 4,5 м до 5,0 м. Багаторічна амплітуда коливань рівня ґрунтових вод становить 0,8 м, сезонна – 0,5-1,5 м. Максимально високе підняття рівня ґрунтових вод спостерігається в березні-квітні, а максимально низьке – у вересні-листопаді.

За ступенем природного зволоження ґрунт – низькозабезпечений.

Прогнозування гідрогеологічного стану території не передбачає підтоплення території від застосування краплинного зрошення на дослідній ділянці.

Таким чином, ґрунтові умови за морфологічними, фізичними, агрохімічними та фізико-хімічними показниками є задовільними для вирощування просапних сільськогосподарських культур польової сівозміни. Для реалізації природного ресурсного потенціалу темно-каштанового залишково-солонцюватого ґрунту необхідно використовувати зрошення і удобрення, як основні фактори інтенсифікації.

Третій за ліком стаціонар, на якому проводили польові дослідження з розробки елементів технологій краплинного зрошення кавуна, розміщено на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН.

Територія Дослідного господарства розташована в зоні Причорноморської низовини Лівобережжя Дніпра в межах другої надзаплавної тераси, являє собою рівнину з загальним ухилом з півночі на південь, та адміністративно відноситься до Голопристанського району Херсонської області (підзона Степу Сухого, $46^{\circ}33'$ пн. ш. $33^{\circ}59'$ сх. д.).

Ґрунтовий покрив Дослідного господарства відносно однорідний і представлений *чорноземом осолоділим супіщаним*.

Будова ґрунтового профілю наступна:

Горизонт А: 0-40 см, темно-сірий, сухий, нижче свіжий, пухкий, пілоподібний, підорний шар неміцно зернистої структури, зустрічаються корені рослин, не закипає від НСІ, перехід поступовий

Горизонт В: 40-80 см, сірий зі слабким буруватим відтінком, слабо-ущільнений, неміцно зернистої структури, свіжий, рідкі корені рослин, супіщаний, перехід поступовий,

Горизонт С_В: 80-115 см, сіро-палевий, свіжий, ущільнений, легкосуглинковий, дрібнозернистий, глибокі патьоки гумусу, перехід помітний,

Горизонт С_К: 115-165 см, палевий, свіжий, щільний, зернистий, легкосуглинковий, закипає від НСІ на глибині 125 см, білозірка розпливчата, рідка, дрібна в шарі 130-165 см,

Горизонт С_{2К}: 165-180 см, світло-палевий, легкосуглинковий, закипає від НСІ, поодинокі корені рослин, безструктурний, середньоущільнений.

Основна ґрунтоутворююча порода – лесові суглинки легкого гранулометричного складу. Вони на відносно невеликій глибині підстилаються алювіальними пісками. Особливістю лесовидних відкладів є значна неоднорідність їх гранулометричного складу за профілем. Домінуюча фракція лесовидних суглинків є піщана – від 40 до 80 % за незначного вмісту мулу – від 6,9 до 23,8 %.

Характерною особливістю чорнозему осолоділого супіщаного на лесовидних суглинках є значна потужність гумусового горизонту: в середньому від 69 до 77 см.

За гранулометричним складом (ДСТУ 4730) [712], ґрунт відноситься до супіщаних різновидностей з переважаючим умістом фракції дрібного піску (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Гранулометричний склад чорнозему супіщаного осолоділого дослідної ділянки на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН

Шар грунту, см	Гранулометричний склад фракцій (мм) в %						
	пісок		пил		мул		у т.ч.
	>0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
0-20	25,6	54,0	8,0	2,2		6,3	12,4
20-40	22,5	48,7	12,1	1,6	7,0	8,1	16,7
40-60	17,9	38,3	18,6	8,2	3,8	13,2	25,2
60-80	16,6	39,8	19,1	2,8	10,0	11,7	24,5
80-140	7,7	21,6	31,5	6,0	12,8	10,1	28,9

За профілем гранулометричний склад ґрунту суттєво змінюється: у верхньому шарі переважають піщані фракції, питома вага яких з глибиною зменшується, відповідно збільшується відсотковий вміст пилу і мулу.

З глибини 140 см відсоткова кількість піску і фракції розміром менше 0,01 мм зрівнюється.

Аналіз хімічних та органо-мінеральних властивостей ґрунту показує, що вміст гумусу знаходиться в межах від 1,1 до 1,2 % (ДСТУ 4289) [717], причому забарвлення ґрунту за профілем майже рівномірне і досить глибоке.

Чорноземним осолоділим супіщаним ґрунтам притаманна невисока ємність поглинання – 5,03-6,08 мг-екв./100 г ґрунту в орному шарі, а в підорному шарі вона збільшується до 6,98-9,32 мг-екв./100 г ґрунту (ДСТУ ISO 11260:2001) [720]. У складі поглинутих основ переважає кальцій, наявна незначна кількість натрію, а магнію міститься близько 14,3-16,9 %.

Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної – рН = 6,8-7,7 (ДСТУ ISO 10390:2001) [716] і практично не змінюється за профілем. Глибина залягання карбонатів – від 102 см, помітна кількість карбонатів знаходиться на глибині 130-150 см – від 5,3 до 8,1 %. Основні фізичні показники ґрунтового профілю [713, 719, 721] наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Фізичні властивості чорнозему південного супіщаного осолоділого дослідної ділянки на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС

Генетичні горизонти і їх потужність, см	Максимальна молекулярна гігроскопічність, %	Щільність твердої фази, г/см ³	Щільність складення, г/см ³	Загальна пористість, %
A _{орн.} , 0-30	1,59	2,59	1,35	34,0
A, 0-40	1,93	2,61	1,38	34,7
B, 40-70	2,04	2,61	1,54	33,1
BC, 70-90	2,22	2,60	1,63	30,2
C, 95-100	2,92	2,53	1,74	27,0

Ґрунт характеризується високим показником щільності складення, що обумовлює невисоку пористість. Але, враховуючи те, що вона в основному крупно-пориста, ґрунти мають досить значний відсоток повітря, і відповідно – високу водопроникність. Так, сумарна кількість поглиненої води в перерахунку на 1 га складає: за першу годину 2134 м³, а в кінці шостої години – 7723 м³/га.

В зв'язку з тим, що супіщані ґрунти відносно бідні на органічні і мінеральні колоїди вони мають низьку найменшу вологомісткість – 12,8-13,7 % [333] і водоутримувальну здатність. Загальний запас вологи в метровому шарі, який може утримуватися в ґрунті складає 1755 м³/га, з них доступної для рослин вологи – 1220 м³/га.

Ґрунтові води на території господарства залягають глибше 8 м.

Характеризуючи ґрунт Дослідного господарства слід також відзначити, що він є типовими для регіону загальною площею близько 330 тис. га, де розміщено 100 тис. га орних земель [214].

Вміст елементів живлення перед закладанням досліду в шарі ґрунту 0-30 см складав: сполук азоту, що легко гідролізуються – 3,65-3,89 мг/100 г ґрунту (ДСТУ 7863(за Коднфілдом) [709]; рухомого фосфору – 4,98-6,27 мг/100 г ґрунту (ДСТУ 4114) [141]; обмінного калію – 33,55-77,5 мг/100 г ґрунту (ДСТУ 4114) [141]. Отже, вміст рухомого азоту –

низький, фосфору – середній, а калію – високий.

Отже, ґрунт дослідної ділянки характеризується задовільними загальними фізичними, фізико-механічними та водними властивостями [213, 214] і можна зробити висновок, що за умови дотримання високого рівня агротехнологій вирощування на чорноземі осолоділому супіщаному можливо отримувати стабільно високі врожаї просапних сільськогосподарських культур, зокрема баштанних.

2.2 Гідрохімічний аналіз поливної води

КДДС. Для системи краплинного зрошення стаціонарного дослідження на землях КДДС використовували воду з свердловини глибиною 26 м. Перед закладанням польового дослідження навесні 2010 р. було відібрано зразок поливної води, аналіз якого проведено ДП «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН (відомість результатів аналізів поливної води № 267 від 14.05.2010 р. – додаток Ж). Інтерпретацію результатів гідрохімічного аналізу проведено відповідно до ДСТУ 2730 [548], ДСТУ 7286 [726] та ДСТУ 7591 [222].

Встановлено, що загальна мінералізація поливної води складає $1,332 \text{ г/дм}^3$ (слабомінералізована), відношення суми лужних катіонів до суми всіх катіонів – 50,6 %. Відповідно до нормативних документів, поливна вода за загрозою вторинного засолення є придатною для зрошення і відноситься до I класу якості, за загрозою підлуження ґрунту – до II класу якості і є обмежено придатною, за загрозою токсичної дії на рослини – до II класу якості (обмежено придатна) і за загрозою осолонцювання ґрунту – до I класу якості (придатна для зрошення).

В цілому, поливна вода є обмежено придатною для зрошення і відноситься до II класу якості. У межах превентивних (попереджувальних) заходів необхідно періодично (один раз на декаду) контролювати рН

грунту, перевагу надавати більш фізіологічно кислим мінеральним добривам, підтримувати біологічно-оптимальний режим краплинного зрошення (якщо інше не передбачено схемою польового дослідження) та вносити кальцієві меліоранти.

ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН. Забір води для зрошення стаціонарної дослідної ділянки на землях ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН проводили із зонального каналу Північно-Кримського каналу (вода р. Дніпро). Зразок поливної води для аналізування було відібрано 12.05.2009 р. та проаналізовано у ДП «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН (відомість результатів аналізів поливної води № 174 від 18.05.2010 р. – додаток И). Вода прісна – загальна мінералізація в поливний період змінюється від 0,33 до 0,54 г/дм³. Хімічний склад води р. Дніпро (Каховського водосховища та Північно-Кримського каналу) не викликають вторинного засолення та вторинного осолонцювання ґрунтів ДСТУ 2730 [548], ДСТУ 7286 [726], ДСТУ 7591 [222].

Головною особливістю поливної води є її підвищена лужність. Величина рН коливається від 7,5 до 9,2 одиниць. За величини рН більше 8,2 у воді з'являється карбонатна сода, вміст якої за рН від 8,5 до 8,6 досягає критичної межі – 0,3 мг-екв/дм³, а за рН від 9,2 до 0,6 мг-екв/дм³ (не придатна для поливу). Вода, яка містить соду в кількості більше 0,3 мг-екв/дм³, може викликати опіки листя та коренів. Лужність води за поливний сезон в Каховському водосховищі та Північно-Кримському каналі не опускається нижче 7,5-8,0 одиниць рН. В зв'язку з тим, що ґрунт на даній ділянці належать до групи лужних, при оцінці якості зрошувальної води за небезпекою підлуження ґрунтів до І-го класу відносяться води з показником рН менше 7,6 – «Придатні» та ІІ-го класу – з рН від 7,6 до 8,5 «Обмежено придатні». Зрошувальні води ІІ-го класу використовуються за обов'язкового застосування комплексу заходів спрямованих на попередження деградації

грунтів. Для запобігання підлуження ґрунтів необхідно вносити у ґрунт або у воду 0,25 т гіпсу з розрахунку на 1000 м³ поливної води.

ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС. Джерелом зрошення дослідної ділянки є артезіанська свердловина глибиною 83,5 м. Водозабір здійснювали за допомогою насосу типу ЕЦВ – 10–120–60, потужністю – 32 кВт/год та подачею води – до 112 м³/год. Загальна мінералізація підземних вод – 0,5 г/дм³ (прісні, придатні для зрошення). Вміст HCO_3^- у воді становить 164,7; SO_4^{2-} – 4,0; Cl^- – 56,8; Ca^{2+} – 52,0; Mg^{2+} – 9,6; Na^+ – 24,0; K^+ – 1,5 мг/ дм³; рН – 7,8. Карбонати, які впливають на підвищення величини водневого показника рН – відсутні. У поливній воді в допустимих межах присутні нітрати (NO_3^- -13,6 мг/дм³), аміачні та нітратні його форми відсутні (таблиця 2.7).

За основними іригаційними показниками, відповідно до ДСТУ 2730 [548], ДСТУ 7286 [726] та ДСТУ 7591 [222], поливна вода придатна для краплинного зрошення і потенційно не викликатиме вторинного осолонцювання та вторинного засолення ґрунту.

Таблиця 2.7 – Результати гідрохімічного аналізу поливної води, яку використовували для СКЗ на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС

рН	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^-	P_2O_5	K^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^+	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Сума солей, г/дм ³
7,4	сліди	0,219-13,6	-	0,003-0,16	1,5	1,043-24,0	2,6-52,0	0,8-9,6	1,6-56,8	0,083-4,0	сліди	2,7-164,7	0,325

Отже, підсумовуючи, можна зробити висновок, що відповідно до діючих нормативних документів [222, 548, 726], поливна вода стаціонару КДДС – обмежено придатна для зрошення (II класу якості), ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН – обмежено придатна для зрошення (II класу якості) та ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН – придатна для зрошення (I класу якості).

2.3 Кліматичні умови. Погодні умови у роки проведення досліджень

КДДС. За кліматичними умовами район досліджень відноситься до степової зони України, для якої характерна недостатня кількість опадів і нерівномірний їх розподіл за періодами року, високі температури і низька відносна вологість повітря в літній період [1, 2, 260].

Середньорічна температура повітря становить $+9,0^{\circ}\text{C}$. Перехід середньодобової температури через 0°C , з яким пов'язаний початок зимового періоду, настає у I-й декаді грудня. Середньомісячна температура найхолоднішого місяця року – січня, становить $-2,0 - -4,7^{\circ}\text{C}$, а найтеплішого серпня – $+23,9^{\circ}\text{C}$.

Зима, порівняно, м'яка, з частими відлигами та нестійкими морозами, період яких незначний – до 20-25 днів. Абсолютний температурний мінімум сягає $-32 - -35^{\circ}\text{C}$ і буває один раз на 15-20 років. Сніговий покрив району досліджень, як правило, нестійкий і досягає 2-5 см, рідше – 10-15 см. Останні заморозки бувають у III-й декаді квітня, рідко – у I-й травня.

Весняний період характеризується початком активної вегетації рослин. Перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ буває в середині II декади квітня. Найактивніша пора росту овочевих культур розпочинається в літні місяці, коли середньодобова температура повітря складає $+20 - +23^{\circ}\text{C}$.

Тривалість вегетаційного періоду становить 210-225 днів. Сума середньодобових температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ дорівнює 3000-3300 $^{\circ}\text{C}$.

Територія району досліджень є однією з найбільш посушливих. В травні настає перший мінімум вологості повітря – 40-50 %. Дефіцит вологості досягає 14-16 мбар. Посушливих днів буває до 35-45. Влітку вологість повітря знижується до 35-45 % і дефіцит її становить 18-20 мбар. Коли низька відносна вологість поєднується з високим температурним

режимом і вітрами, процеси росту овочевих культур сповільнюються, а інколи припиняються взагалі.

Середньомісячна вологість повітря в холодний період (листопад-березень) становить 86-88 %. Близьке розташування Каховського водосховища (близько 6,5 км) дещо підвищує вологість повітря.

Переважаючий напрямок вітрів – східний та північно-східний, часто спостерігаються суховії (до 20-25 днів на рік).

За рік випадає близько 380-460 мм опадів, в теплий період їх кількість становить 260-310 мм або 65-70 %. Оподи випадають нерівномірно, в основному, у вигляді злив. Бездощовий період становить 25-30 і більше днів, що призводить до ґрунтової посухи (один раз на два-три роки). Середньобогаторічне випаровування з водної поверхні складає 900-1000 мм, що перевищує кількість атмосферних опадів у 2-2,6 рази. Найбільша випаровуваність у липні-серпні – 180-220 мм за місяць. Середньобогаторічний коефіцієнт зволоження не перевищує 0,5, що дозволяє віднести територію до зони недостатнього природного зволоження [1, 2, 260, 525].

Для характеристики погодних умов у роки проведення досліджень (2006-2015 рр.) було використано дані стаціонарного метеорологічного посту Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН, який знаходиться безпосередньо на дослідній ділянці (рисунки 2.2 – 2.3).

2006 р. Погодні умови весни були сприятливими для рослин, але бездощовий період у квітні спричинив розтягування досходового періоду незрошуваних варіантів. У травні випало дві місячні норми опадів у вигляді злив. За цього середньомісячна температура повітря була вищою на 1,5⁰С.

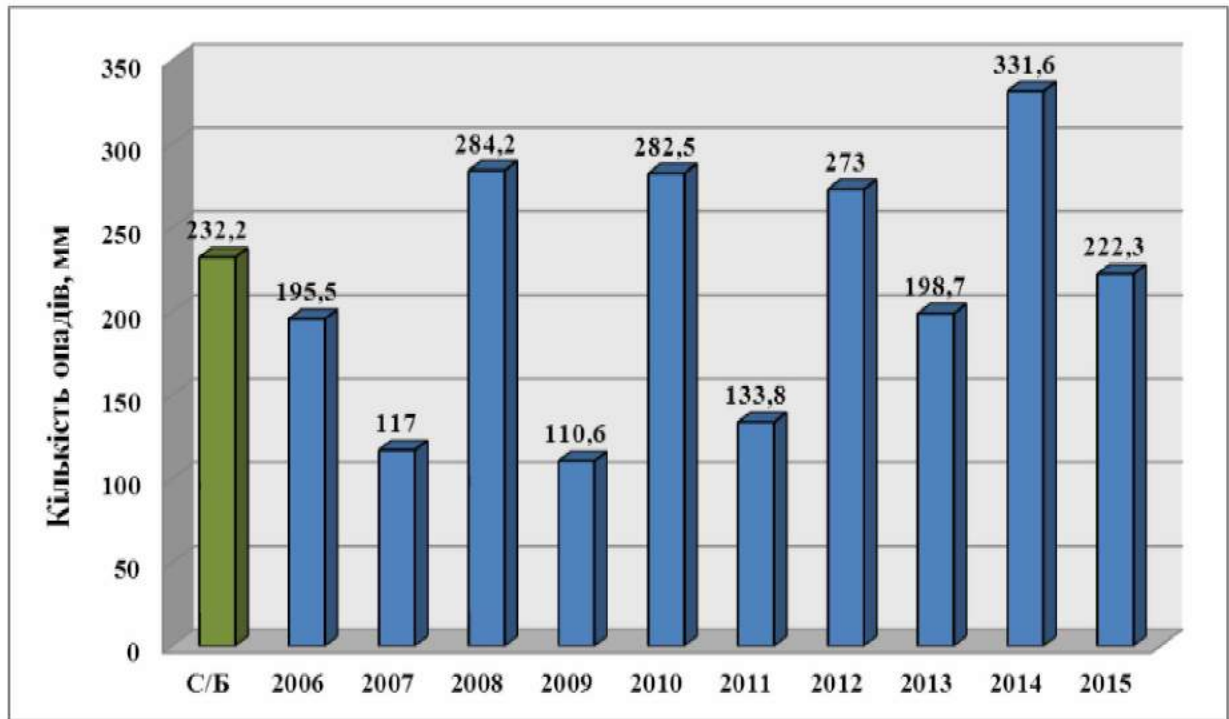


Рисунок 2.2 – Кількість продуктивних опадів за квітень-вересень за період польових досліджень (2006-2015 рр) за даними метеопосту КДДС (С/Б – середньобогаторічне значення), мм

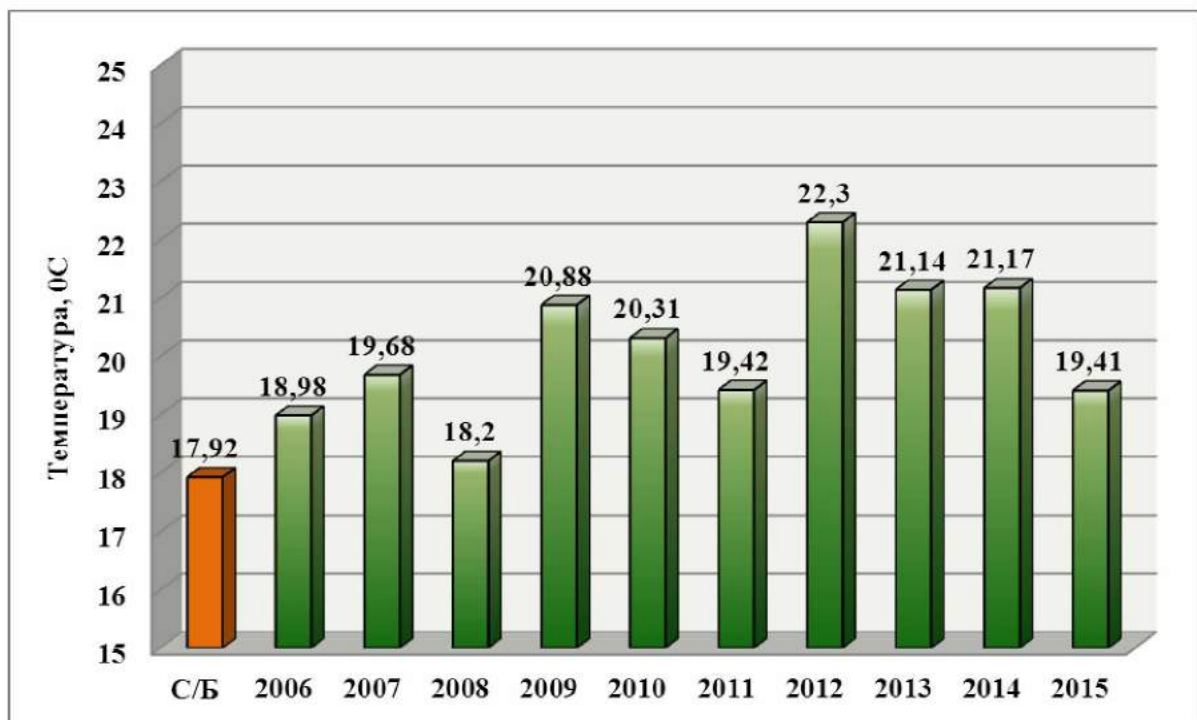


Рисунок 2.3 – Середньодобова температура за квітень-вересень за період польових досліджень (2006-2015 рр) за даними метеопосту КДДС (С/Б – середньобогаторічне значення), °C

Липень був посушливим – 30 % опадів від місячної норми за нормативної температури. Серпень був більш жарким – середня температура повітря була вища на $3,5^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів за цей період відповідала середньомісячному показнику – 33,4 мм. Сприятливим для рослин виявився вересень: опадів випало 1,5 норми (42,2 мм), а середньомісячна температура повітря була вищою на $1,1^{\circ}\text{C}$. В цілому, за вегетаційний період випало 195,5 мм опадів або 84,2 % норми (середньопосушливий).

2007 р. Характеризується раннім настанням весни: перехід середньодобової температури повітря через плюс 5°C зафіксовано 15.03, а середньомісячна температура повітря березня була $+4,9^{\circ}\text{C}$, що на $3,3^{\circ}\text{C}$ вище багаторічного показника. Сума опадів – 57 % від багаторічної суми. Квітень був відносно прохолодний: перехід температури через $+10^{\circ}\text{C}$ зафіксовано 24.04. Опадів – лише 15,1 мм. Температурний режим травня мав суттєві відхилення від норми: I декада була досить прохолодна, спостерігалися заморозки на поверхні ґрунту з шквальним вітром (20-27 м/с). Надзвичайно спекотною була III декада місяця. Абсолютний максимум температури повітря був $+36,9^{\circ}\text{C}$ (рекорд за 60 років метеоспостережень). Опадів – лише 9,9 мм. Червень також був досить спекотним: середньомісячна температура повітря перевищила багаторічний показник на $+2,2^{\circ}\text{C}$, а абсолютний максимум сягнув позначки $+34,1^{\circ}\text{C}$. Сума опадів – 40,2 мм (72,3 % від багаторічного значення). Липень характеризувався сухою та спекотною погодою. Абсолютний максимум температури повітря сягнув позначки плюс $+39,0^{\circ}\text{C}$. Аналогічними погодними умовами характеризується серпень. За місяць випало всього 2,6 мм опадів. Абсолютний максимум температури повітря в серпні був $+39,7^{\circ}\text{C}$. Зниження середньодобової температури повітря на 7°C зафіксовано з 27.08. Вересень був теплим і вологим: середньомісячна температура повітря перевищила багаторічний показник на $+1,3^{\circ}\text{C}$, а сума опадів становила 1,5 місячної норми. Таким чином, аналіз

метеорологічних умов свідчить про дещо несприятливі погодні умови у весняно-літній період 2007 р. для росту та розвитку більшості с.-г. культур.

2008 р. Теж характеризувався раннім настанням весни: перехід середньодобової температури повітря через 0°C спостерігався 22.02, а через $+5^{\circ}\text{C}$ – 11.03. У березні середньомісячна температура повітря перевищила багаторічний показник на $+4,5^{\circ}\text{C}$, а сума опадів у 1,5 рази перевищила норму. Квітень – також теплий і вологий: сума опадів склала 96,1 мм (за норми – 29,9 мм), а середньомісячна температура повітря була на $+1,4^{\circ}\text{C}$ вище. Для травня характерною була прохолодна та волога погода: температура повітря на $1,6^{\circ}\text{C}$ нижче багаторічного показника, а сума опадів у 1,5 рази вище норми. У II декаді червня випало 31,4 мм опадів за норми 55,6 мм. Температурний режим червня відповідав середньобагаторічним показникам ($+20,6^{\circ}\text{C}$). Середньомісячна температура повітря в липні становила $+22,9^{\circ}\text{C}$ (відповідала нормі), а опадів випало 35,0 мм за норми 47,3 мм. Серпень характеризується значними коливання температурного режиму протягом доби, особливо в I декаді (в нічні години $t=11,1^{\circ}\text{C}$). За вологозабезпеченістю серпень характеризується як гостропосушлий. II і III декади характеризуються високим температурним режимом – в денні часи до $+35,1-38,7^{\circ}\text{C}$. Теплим та посушливим режимом характеризується I декада вересня. У II і III декадах була дощова погода зі зниженням температури повітря до $+7,7-13,2^{\circ}\text{C}$.

В цілому, погодні умови вегетаційного періоду 2008 р. були відносно сприятливими для росту, розвитку та формування врожаю с.-г. культур.

2009 р. Весняне потепління розпочалися на 2 тижні раніше: сталий перехід середньодобової температури через 0°C зафіксовано в кінці III декади лютого. Відхилення середньодекадної температури в березні від кліматичної норми було позитивним протягом місяця і виявилась вищою від норми $+2,3...+5,7^{\circ}\text{C}$. Починаючи з II декади травня і протягом всього літнього періоду спостерігався підвищений тепловий режим, внаслідок чого позитивне відхилення середньодекадної температури від кліматичної норми

коливалось в межах від $+1,2\dots+6,7^{\circ}\text{C}$. Загалом, практично протягом всього періоду червня–серпня, денна температура повітря підвищувалася від $+32,6$ до $+37,4^{\circ}\text{C}$. Достатня кількість опадів випала тільки в березні і травні. Натомість у червні–вересні спостерігався значний їх дефіцит. За вологозабезпеченістю серпень і вересень характеризуються як гостропосушливі. Загалом, аналіз метеопараметрів вегетаційного періоду свідчить про те, що для більшості просапних с.-г. погодні умови були не сприятливими.

2010 р. Характеризується більш затяжним весняним періодом: стабільний перехід температури повітря через 0°C спостерігався 18.03, а через $+5^{\circ}\text{C}$ – 24.03. Середньомісячна температура повітря березня перевищила багаторічний показник на $1,9^{\circ}\text{C}$, а сума опадів була в 3 рази меншою. Більш теплим був квітень з середньомісячною температурою $+10,7^{\circ}\text{C}$ (на $2,3^{\circ}\text{C}$ вища середньо багаторічної), сума опадів – 10,6 мм (за норми – 27 мм). Теплим та дошовим були травень-червень. У травні температура повітря становила $+17,7^{\circ}\text{C}$, (на $1,7^{\circ}\text{C}$ вище), а сума опадів – 79,6 мм – в 3 рази більше норми. В червні дощі пройшли в II-III декаді в (54,9 мм, за багаторічного показника 49 мм. Температура липня – $+25,6^{\circ}\text{C}$ (багаторічна норма – $+22,6^{\circ}\text{C}$), а сума опадів – 58,0 мм за норми – 49 мм. Гостропосушливим та аномально спекотливим був серпень – без опадів на фоні високого температурного режиму (середньомісячна $t = 26,6^{\circ}\text{C}$ за багаторічного значення $21,2^{\circ}\text{C}$). Аномально спекотним була I декада серпня 2010 р. – середньодобова температура сягала $+29,5\dots+30,7^{\circ}\text{C}$, а абсолютний максимум відмічено 08.08 та 11.08 – $+40,5$ та $+40,1^{\circ}\text{C}$ відповідно. У вересні випало 78,4 мм опадів за середньодобової температури $+17,8^{\circ}\text{C}$. За винятком екстремального температурного режиму у I-II декаді серпня погодні умови вегетаційного періоду 2010 р. були відносно сприятливими для рослин.

2011 р. Ключовою особливістю погодних умов 2011 року є низька кількість опадів, яка, в свою чергу спровокувала ґрунтову та повітряну посухи. Зокрема, загальна кількість опадів за вегетацію (з травня по

вересень) була 133,8 мм, за середньобогаторічного показника 232,2 мм. У розрізі місяців особливо посушливими видались квітень (не було продуктивних опадів), липень (17 % від норми), серпень (38 % від норми), а також вересень (2/3 від норми). Температурний режим вегетаційного періоду був на $1,5^{\circ}\text{C}$ вище середньобогаторічних значень. Загалом, аналіз метеопараметрів вегетаційного періоду свідчить про те, що для більшості просапних с.-г. погодні умови були не сприятливими.

2012 р. Головною особливістю погодних умов 2012 року є тривала ґрунтово-повітряна посуха протягом червня-липня та I декади серпня. Погодні умови у вказаний період можна класифікувати як екстремальні, оскільки середньодобова температура трималась на рівні $+27,5-31,4^{\circ}\text{C}$. Максимальні температури фіксували з 04 по 08 серпня: $+40,1...+42,2^{\circ}\text{C}$. Загальна кількість опадів за вегетацію – 273 мм, що на 17,6 % перевищує норму.

2013 р. I декада квітня та I-II декади травня були аномально жаркими: середньодобова температура повітря була на $+6-10^{\circ}\text{C}$ вище за середньорічну норму. Опадів в цей період практично не було. Надалі, з червня по серпень, температурний режим відповідав середнім показникам. Найбільш посушливими були II-III декади липня і I-II декади серпня, коли опадів не спостерігалось. Абсолютні максимуми температури повітря фіксували 12-15 серпня: $39,2-40,0^{\circ}\text{C}$. В цілому, вегетаційний період також був посушливим: опадів випало на 14,5 % нижче за норму. Більш дощовим був вересень. В цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для зростання і розвитку рослин, за винятком кінця квітня та початку травня.

2014 р. Впродовж вегетаційного періоду середньодобова температура повітря була вища середньобогаторічної. У результаті перевищення цього показника склало $+3,25^{\circ}\text{C}$ за вегетацію. Основні опади випали в середині квітня, травня та на початку червня. Всього за вегетацію випало на 99,4 мм опадів більше за середньобогаторічний показник за цей періоду року, але

дощі носили в основному зливовий характер. Особливо гострозасушливими були I-II декади липня і, особливо, серпня, коли на тлі мінімальної кількості опадів температури досягали $+37,5$ - $+38,5^{\circ}\text{C}$. Загалом, деякі не значні відхилення погодних умов від середньобогаторічних показників не мали істотного впливу на ріст і розвиток рослин. Можна констатувати, що в цілому, погодні умови були відносно сприятливими для формування врожайності просапних с.-г. культур польової сівозміни.

2015 р. Погодні умови 2015 р. були відносно сприятливими для вирощування с.-г. культур. I-II декада квітня були вологими (50,9 мм), а III декада була сухою. У травні періодично проходили дощі (38,3 мм). За червень випало 64,1 мм опадів (у III декаді – 52,7 мм). За I декаду липня випало 25,4 мм опадів, натомість, II та III декади були посушливими. У серпні тільки в II декаді випало 32,9 мм опадів. У вересні опадів не було. Температура протягом усього вегетаційного періоду була вищою середньобогаторічного показника на $1,5^{\circ}\text{C}$, а сума опадів практично відповідала нормі за цей період.

ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН. За кліматичними умовами район досліджень відноситься до другого агрокліматичного району області [1, 3, 260], його характеризують як помірно жаркий, дуже посушливий. Суми температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ складають від 3300 до 3400°C , кількість опадів за цей період складає від 200 до 220 мм, а протягом року – 330-380 мм. Гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,6, середня тривалість безморозного періоду від 180 до 200 днів, а вегетаційного – 225-230 днів.

Весняні заморозки закінчуються у II декаді квітня, а в окремі періоди вони відмічаються у II-III декадах травня. Осінні приморозки наступають, в середньому, у III декаді жовтня, найбільш ранні – у III декаді вересня.

Суховії бувають щорічно, дуже інтенсивні відмічаються у 55-60 % років. Весна частіше коротка (від 1 до 1,5 місяці). Характерною особливістю її є швидке нарощування позитивних температур. Літо жарке і посушливе. В літній період випадає більша частина річної кількості опадів, переважно у

вигляді злив. Частими є довгі посушливі бездошові періоди. Середня температура повітря в червні $+25^{\circ}\text{C}$, максимальна температура сягає позначок понад $+40^{\circ}\text{C}$.

Осінь характеризується збільшенням числа днів з опадами, а також початком приморозків. Перехід середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ відбувається у другій половині жовтня.

Зима коротка, м'яка, із частими відлигами. Середньодобові температури повітря вище -5°C . В холодні зими температура повітря може знижуватися до -34°C . За зиму спостерігається від 25 до 40 днів з сніговим покривом висотою до 10 мм.

Для характеристики погодних умов у роки проведення досліджень (2011-2015 рр.) було використано дані автоматичної інтернет-метеостанції iMetos®ECO-D2 (by Pessl Instruments Ltd, інтернет-ресурс <https://www.fieldclimate.com>) Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН, яка знаходиться безпосередньо на дослідній ділянці (рисунки 2.4 – 2.5) [464, 748].

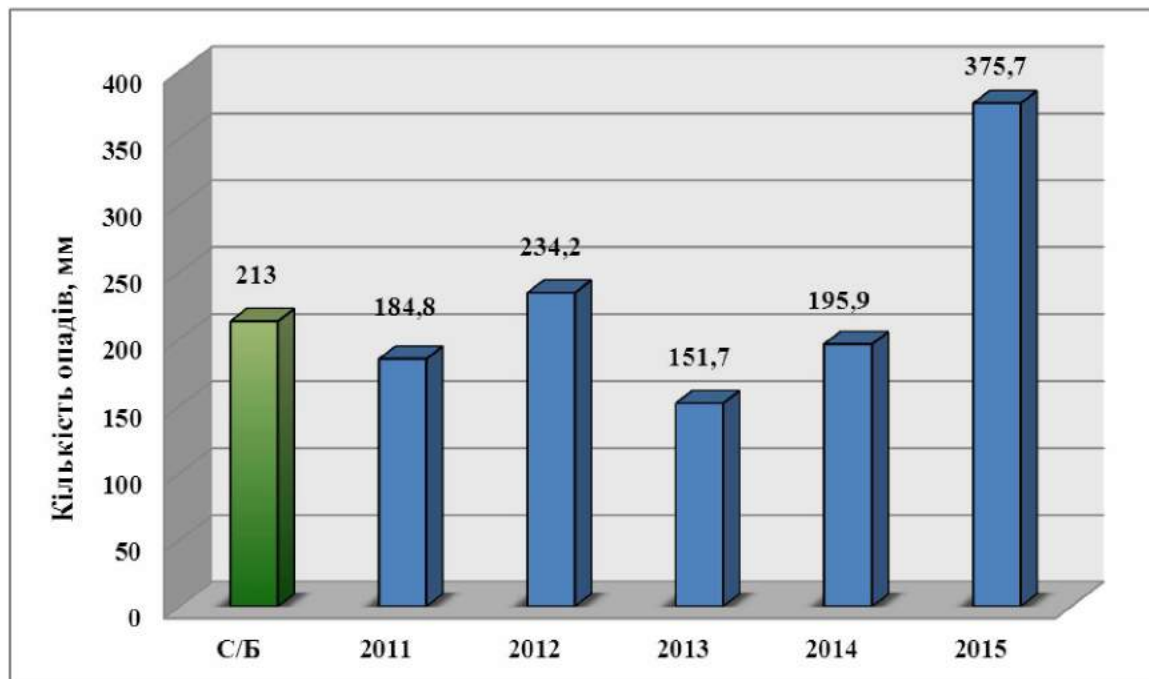
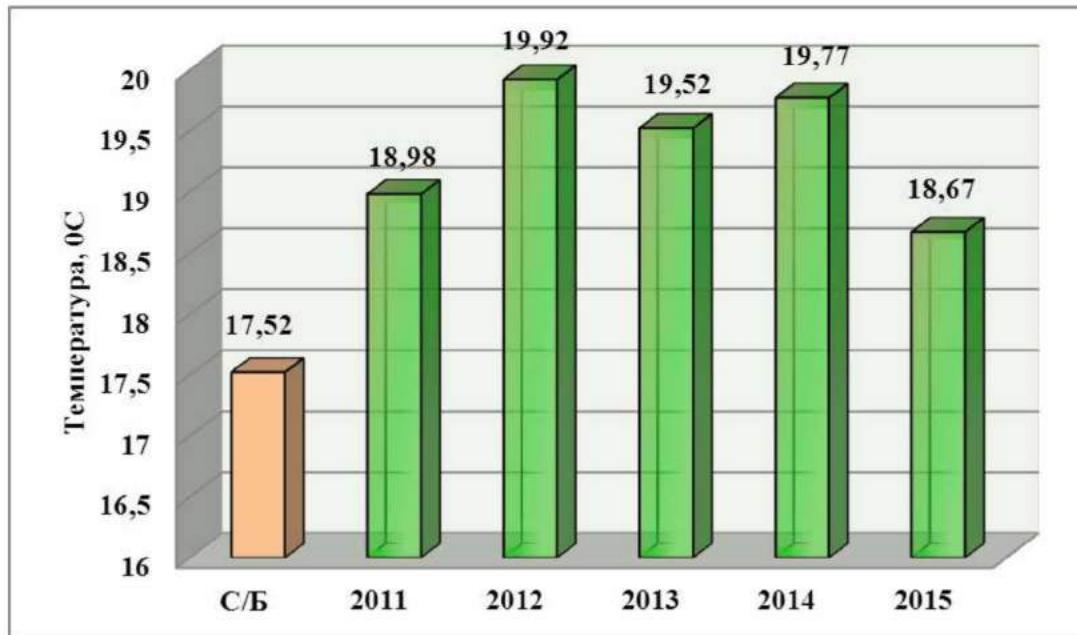


Рисунок 2.4 – Кількість продуктивних опадів за квітень-вересень за період польових досліджень (2011-2015 рр) за даними МС iMetos®ECO-D2 (С/Б – середньобогаторічне значення), мм



Рисунок

2.5 – Середньодобова температура за квітень-вересень за період польових досліджень (2011-2015 рр) за даними МС iMetos®ECO-D2 (С/Б – середньобагаторічне значення), °C

2011 р. Порівняно із середньобагаторічними показниками був більш посушливим. Так, дефіцит вологи за вегетацію склав 28,2 мм, а середньодобова температура повітря перевищувала середньобагаторічну температуру на $+1,46^{\circ}\text{C}$. Найбільш посушливим видався серпень – продуктивних опадів не було, середньомісячна температура повітря $+22,4^{\circ}\text{C}$ (вища на $1,2^{\circ}\text{C}$ за норму).

2012 р. Особливістю погодних умов вегетаційного періоду була забезпеченість опадами, яка відповідала середньорічному показнику на фоні підвищених та високих температур повітря. Проте, режим надходження опадів був не стабільний, наприклад, спостерігалась тривала посуха з III декади червня та весь липень. Аномально посушливим виявився також і травень, середньомісячна температура якого була на $+4,42^{\circ}\text{C}$ вищою за середньобагаторічну норму.

2013 р. Температурний режим травня 2013 р. був значно (на $+2,9$ - $+5,2^{\circ}\text{C}$) вищий за середньорічну норму, а максимальні температури

впродовж першої і другої декад досягали $+29$ - $+31^{\circ}\text{C}$. Надалі (червень-серпень) температурний режим з невеликими коливаннями відповідав середньорічній нормі. Вегетаційний період 2013 р. був посушливим, опадів було нижче за норму на 61,3 мм, а температура вище на $2,00^{\circ}\text{C}$. В цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для росту і розвитку рослин, за винятком періоду, коли спостерігалася аномальні для травня високі температури повітря і ґрунту.

2014 р. Температурний режим квітня і травня 2014 р. відповідав середньорічним показникам. Квітень був більш посушливішим, тоді як у травні випало на 40 % більше місячної норми за цей період. Надалі (червень) температурний режим з невеликими коливаннями відповідав середньорічній нормі. Необхідно відзначити посушливіший липень і серпень: середньомісячна температура повітря за ці місяці була на $+2,54$ і $+2,63^{\circ}\text{C}$ вище середньобогаторічного значення, а опадів було значно менше – в липні на 15,4 мм, а в серпні – на 28,0 мм. У I-II декадах серпня спостерігали повітряно-ґрунтову посуху, максимальні температури досягали $+38$ - $+39^{\circ}\text{C}$. В цілому, вегетаційний період (квітень–вересень) 2014 р. був середньопосушливим, опадів випало менше норми на 17,4 мм, а температура була вища на $2,25^{\circ}\text{C}$. Констатуємо, що погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для зростання і розвитку рослин.

2015 р. Весняно-літній період (березень–червень) був аномальним в частині кількості продуктивних опадів: їх було більше на $2481 \text{ м}^3/\text{га}$ або в 2,4 рази. Це, відповідно, зумовило проведення меншої кількості вегетаційних поливів. Температурний режим цього періоду вегетації був дещо ($+0,98^{\circ}\text{C}$) вищий за середньобогаторічний показник. Погодні умови липня-вересня відповідали середньобогаторічним показникам. В цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для росту і розвитку рослин.

ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПІМ НААН.

Територія ДГ розташована в другому (південному) агрокліматичному районі Херсонської області, клімат якого помірно жаркий, дуже посушливий [1, 3, 260]. Середньорічна температура повітря становить $+9,9^{\circ}\text{C}$, кількість опадів на рік в середньому складає 323 мм. Сума ефективних температур становить $+3300$ - $+3400^{\circ}\text{C}$. Середня тривалість безморозного періоду – 180-200 днів, а вегетаційного – 225-230 днів. Переважаючими вітрами на території господарства є вітри східного і північно-східного напрямків. За даними Бехтерської метеорологічної станції за рік у середньому спостерігається 22-24 дні із суховіями.

Зими малосніжні, з дуже частими відлигами та дощами. Сніговий покрив відсутній або буває неглибоким та нестійким. Середня глибина промерзання ґрунту – 18-29 см, максимальна – 10 см [95].

Гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,45-0,52. На період активної вегетації випадає близько 65 % від суми опадів. Але вони не компенсують сумарне випаровування, тому основний запас ґрунтової вологи накопичується в осінні і зимові місяці.

З екстремальних явищ слід також відмітити суховії, які в окремі роки тривають до 36-50 днів і пилові бурі з тривалістю 10-12 днів за рік.

Для характеристики погодних умов окремих років проведення досліджень (2006-2008 рр.) було використано дані найближчої (24,75 км) Бехтерської метеостанції Херсонської області, а також метеопосту, який було розміщено безпосередньо на дослідній ділянці краплинного зрошення (рисунки 2.6 – 2.7)

2006 р. Квітень характеризувався вищим температурним режимом, травень – відповідав багаторічними даними. Нерівномірно в цей період розподілялись опади. Так, в травні випало трохи більше норми, тоді як в квітні лише 25 % від середньомісячної норми. Літній період був нетиповим як за температурним режимом, так і за кількістю опадів: середньодобова температура повітря червня була на $+1,4^{\circ}\text{C}$, липня – на $+0,6^{\circ}\text{C}$ та серпня на

+2,9⁰С вищою за кліматичну норму. В цілому опадів випало лише 70,2 % норми, а середньодобова температура повітря вищою на 1,20⁰С. Для росту і розвитку рослин кавуна рік був відносно не сприятливим.

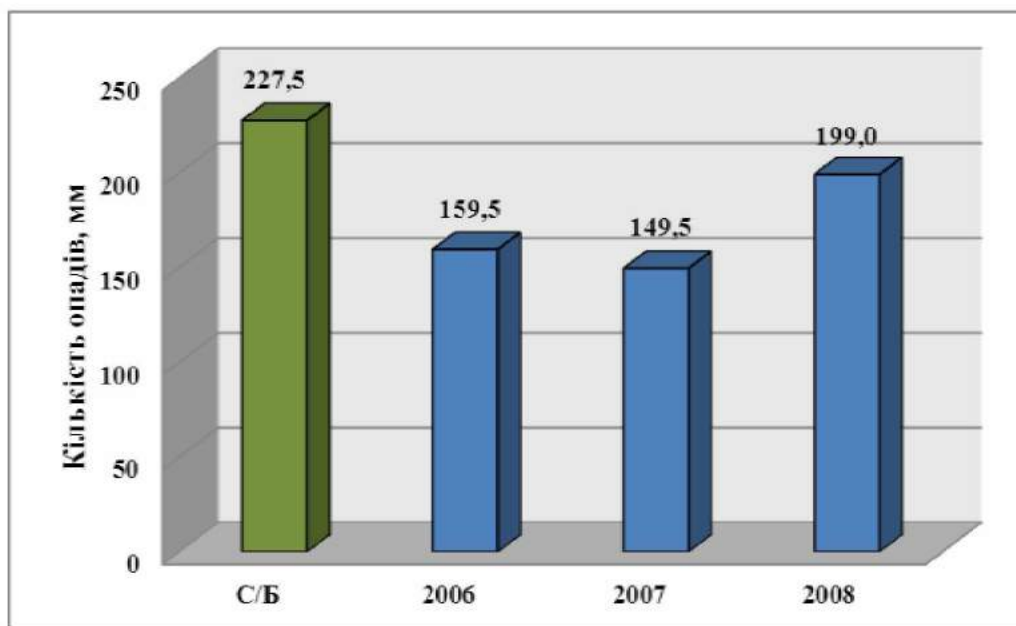


Рисунок 2.6 – Кількість продуктивних опадів за квітень-вересень за період досліджень (2006-2008 рр) за даними метеопосту ДП «ДГ «Великі Клини» (С/Б – середньобогаторічне значення), мм

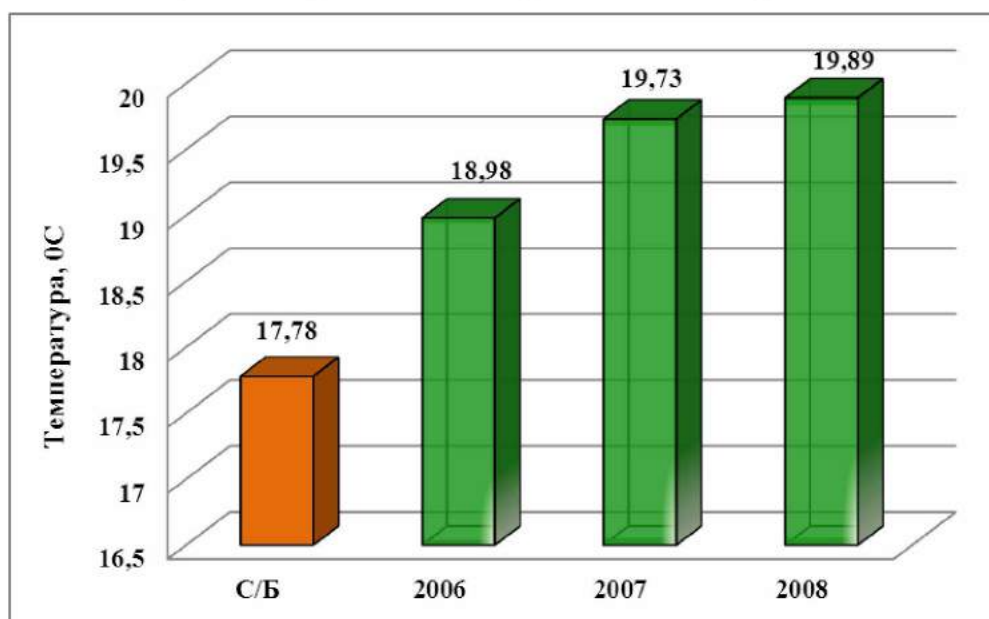


Рисунок 2.7 – Середньодобова температура за квітень-вересень за період досліджень (2006-2008 рр) за даними метеопосту ДП «ДГ «Великі Клини» (С/Б – середньобогаторічне значення), 0С

2007 р. Порівняно з багаторічними даними відзначався дуже посушливими погодними умовами: за вегетаційний період випало лише 65,7 % від норми опадів. В квітні температура повітря була дещо нижчою (на $0,3^{\circ}\text{C}$) від середньобагаторічних даних. В подальшому температура перевищувала середньобагаторічні показники протягом усього періоду вегетації. Найбільше перевищення фіксували у III декаді липня та у серпні: $+5,3$ та $+5,6^{\circ}\text{C}$ відповідно. Атмосферні опади за період вегетації випали нерівномірно. Лише квітень та вересень за середньобагаторічними показниками перевищували норму, при чому у вересні випало $1/3$ від загальної кількості опадів всього вегетаційного періоду. Відносна вологість повітря за вегетацію склала 61 % (найнижчий показник за всі три роки досліджень), що становить 94 % від середньобагаторічної норми. Найбільш посушливим був липень. Для росту і розвитку рослин кавуна рік був відносно не сприятливим.

2008 р. За метеорологічними показниками цей рік практично відповідав середньобагаторічним даним. Температурний режим на початку вегетації характеризувався близькою до норми температурою повітря. У той час, як за температурним режимом літні місяці перевищували середньобагаторічні дані, особливо у червні та липні ($+4,3^{\circ}\text{C}$ та $+4,1^{\circ}\text{C}$ відповідно). В кінці вегетації температурні показники були вже нижчими від середньобагаторічних. Кількість опадів на початку вегетації перевищувала норму, за рахунок чого було отримано дружні сходи без зрошення практично на всіх варіантах досліду. Забезпеченість опадами літніх місяців відповідала середньобагаторічній нормі. За вегетаційний період моркви випало 199,0 мм опадів, що близько від кліматичної норми (87,5 %). Відносна вологість повітря в цілому за період вегетації була на рівні середньобагаторічних показників. Окремо, характеризуючи місяці, необхідно відмітити, що в травні та у вересні ці показники були вищими від середньобагаторічних даних. Середня вологість повітря решти місяців була нижче від кліматичної норми.

Погодні умови вегетаційного періоду 2008 року в цілому були відносно сприятливим для росту і розвитку рослин кавуна.

2.4 Схеми і методики проведення досліджень

Експериментальні дослідження з наукового обґрунтування інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур було закладено і проведено протягом 2006-2015 рр. у межах польових стаціонарних дослідів КДДС («Розробити елементи технологій вирощування овочевих культур при мікрозрошенні» (№ 081, 2004 р.) [173], «Розробити елементи технологій вирощування просапних культур при мікрозрошенні» (№ 18, 2004 р.), Брилівського опорного пункту ІВПіМ НААН («Розробити елементи технологій вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні» (№ 19, 2013 р.) та ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН («Вивчити закономірності водоспоживання овоче-баштанних культур на системах мікрозрошення» (№ 20, 1992 р.) (додаток В (В 1 – В 4) (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Географічне розташування стаціонарних польових дослідів, які проведено в рамках дисертаційного дослідження (2006-2015 рр.)

Географічні координати ДДП:

КДДС ІВПіМ НААН: 47⁰46' пн. ш. 34⁰42' сх. д;
 ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН: 46⁰38' пн.ш. 33⁰10' сх.д;
 ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ: 46⁰33' пн.ш. 32⁰59' сх.д.

Розроблення схем, закладання і проведення польових дослідів виконано у відповідності із загальнометодологічними принципами їх проведення, які викладено у наукових працях [127, 176, 197, 387, 394, 432, 563, 596, 611], з урахуванням вимог до специфіки проведення дослідів в умовах зрошення [131, 333, 374, 375, 381, 385], у т. ч. і краплинного [381, 428], а також особливостей с.-г. культур [29, 371, 373, 373, 376, 383].

Польові досліді закладали методом систематичного розміщення елементарних ділянок у чотириразовій повторності (Ушкаренко В.О., 2014 [374,375, 611], Доспехов Б.О. [176]).

У дисертаційній роботі наведено результати польових досліджень з такими просапними сільськогосподарськими культурами: картопля весняного строку садіння (рання), кукурудза цукрова, перець солодкий розсадний, баклажан розсадний, соя насіннева, буряк цукровий (2), кукурудза на зерно (2), цибуля ріпчаста ранньостигла, кавун, томат посівний, часник озимий, кабачок (всього – 12).

Узагальнену інформацію щодо нумерації польових дослідів, видів сільськогосподарських культур, місця і років проведення та досліджуваних факторів (назв дослідів) наведено у таблиці 2.8.

КЛДС.

Дослід № 1. Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності картоплі весняного строку садіння залежно від РПВГ (2006-2008 рр.).

Схема досліду: 1. Без зрошення (контроль); 2. призначення вегетаційних поливів при 60 % НВ; 3. - // - при 70 % НВ; 4. - // - при 80 % НВ; 5. - // - при 90 % НВ. Розрахунковий шар ґрунту – 0-30 і 0-50 м (I і II половина вегетаційного періоду відповідно). Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – чотириразова, сорт картоплі – Невська, схема садіння – 70+70x25 см (57,142 тис. шт./га), попередник – цибуля ріпчаста.

Дослід № 2. Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності кукурудзи цукрової залежно від РПВГ (2007-2009 рр.).

Таблиця 2.8 – Номер польового досліджу, вид сільськогосподарської культури, місце розташування, роки проведення та досліджувані фактори (назви дослідів)

№	С.-г. культура / назва досліджу	Місце розташування	Роки	Фактори або назва досліджу
1	Картопля весняного строку садіння	К Д Д С	2006-2008	РПВГ
2	Кукурудза цукрова	К Д Д С	2007-2009	РПВГ
3	Перець солодкий розсадний	К Д Д С	2010-2014	РПВГ
4	Баклажан розсадний	К Д Д С		РПВГ
5	Соя	К Д Д С		РПВГ, схеми сівби (густота)
6	Буряк цукровий	К Д Д С		РПВГ, схеми сівби (густота)
7-	Картопля весняного строку садіння	К Д Д С	2010-2012	Удосконалення методу діагностування строків поливу за ККС листків
8	Буряк цукровий	К Д Д С		
9	Кукурудза на зерно	К Д Д С	2013-2015	РПВГ
10	Дослідження впливу краплинного зрошення овочевої сівозміни на властивості ґрунту (томат посівний – часник озимий – кабачок)	К Д Д С	(поч. 2002) / дослід 2008	Валовий N, рухомі сполуки NO ₃ , рухомі сполуки P ₂ O ₅ , K ₂ O, валовий гумус, щільність складення
11	Цибуля ріпчаста (ранньостигла)	ДП «ДГ «Брилівське» ІВПІМ НААН	2011-2013	РПВГ
12	Буряк цукровий		2013-2015	Гібриди, густота, строк збирання
13	Кукурудза на зерно		2013-2015	Адаптація розрахункового методу визначення сумарного випаровування Penman-Monteith
14	Кавун	ДП «ДГ «Вел. Клини» ПДСГДС	2006-2008	РПВГ, густота, дози добрив
15	Дослідження параметрів зон зволоження ґрунтів за КЗ	КДДС, ДП «ДГ «Брилівське», ДП «ДГ «Вел. Клини»	2015	Тип ґрунту за гранулометричним складом, тривалість (норма) поливу
–	–		2006-2015	–

Схема досліду: 1. Без зрошення (контроль); 2. призначення вегетаційних поливів при 60% НВ; 3. - // - при 70 % НВ; 4. - // - при 80 % НВ; 5. - // - при 90 % НВ; 6. - // - при 95 % НВ. Глибина зволоження ґрунту (0,75 м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою укладання ПТ – через 1 міжряддя (1,40 м). Площа облікової ділянки – 30 м², повторність – чотириразова, гібрид кукурудзи цукрової – Сквирка (Роксолана) F1, схема посіву – 70+70x30 см (47,619 тис.шт./га), попередник – картопля літнього строку садіння.

Досліди № 3-6 закладено у межах трипільної сівозміни: поле 1 – збірне (овочеві пасльонові культури (*Solanaceae*): перець солодкий розсадний і баклажан розсадний; поле 2 – буряк цукровий (для переробки на біогаз); поле 3 – соя (насінневі посіви) (рисунок 2.9).

Дослід № 3. Дослідити закономірності процесів водоспоживання, встановити залежність «Вода-Врожай» за краплинного зрошення перцю солодкого розсадного.

Схема досліду: 1. Без зрошення (контроль); 2. призначення вегетаційних поливів при 70 % НВ; 3. - // - при 80 % НВ; 4. - // - при 90 % НВ; 5. - // - при 95 % НВ; 6. - // - при 90 % НВ у період «садіння розсади» - «початок плодоутворення» та 80 % від НВ у період «плодоутворення – кінець вегетації». Глибина зволоження ґрунту (0,48-0,52 м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою укладання ПТ – через 1 міжряддя (1,40 м) Площа облікової ділянки – 20 м², повторність – чотириразова, гібрид перцю солодкого – Альбатрос F1 («Seminis», ранньостиглий, індетермінантний), схема садіння – 40+100 x 25 см (57,143 тис.шт./га), попередник – буряк цукровий.

Дослід № 4. Дослідити закономірності процесів водоспоживання, встановити залежність «Вода-Врожай» за краплинного зрошення баклажану.

Схема досліду: 1. Без зрошення (контроль); 2. призначення вегетаційних поливів при 70 % НВ; 3. - // - при 80 % НВ; 4. - // - при 90 % НВ; 5. - // - при 95 % НВ; 6. - // - при 75 % НВ у період «садіння розсади» – «початок плодоутворення» та 85 % від НВ у період «плодоутворення – кінець вегетації».

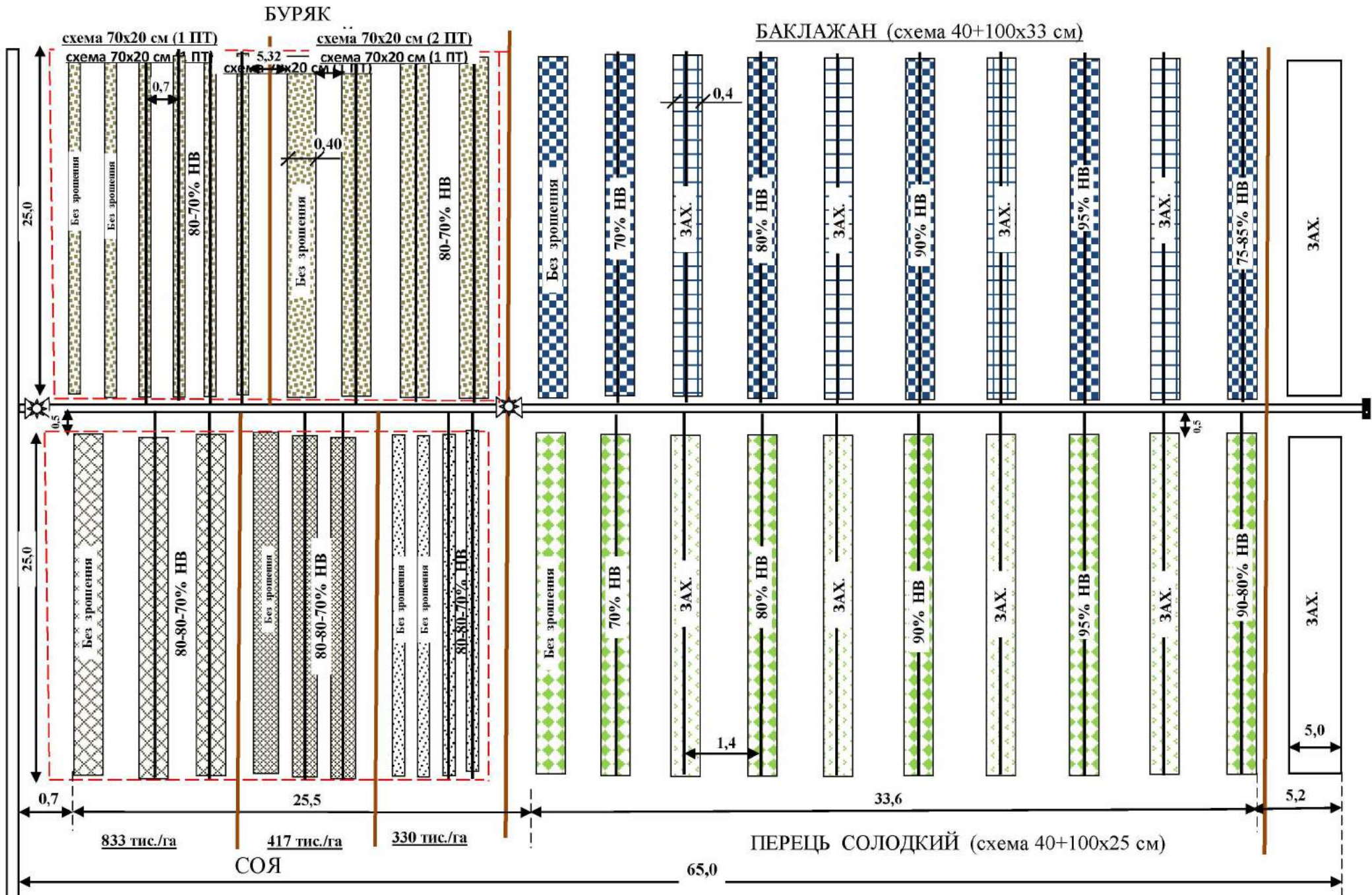


Рис. 2.9 – Схематичне розміщення варіантів дослідів №№3-6 у межах трипільної сівозміни КДС (розміри наведено у м, без масштабу)

Глибина зволоження ґрунту (0,48-0,52 м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою укладання ПТ – через 1 міжряддя (1,40 м). Площа облікової ділянки – 20 м², повторність – чотириразова, гібрид баклажану – Епік F1 («Seminis»), схема садіння – 40+100x33 см (43,290 тис.шт./га), попередник – буряк цукровий.

Дослід № 5. Дослідити схеми сівби (густоту рослин) та ефективність краплинного зрошення насінневої сої.

Схема досліду: Фактор А включав три варіанти: 1). стрічковий спосіб сівби з густотою 333 тис. рослин/га; 2). стрічковий спосіб сівби з густотою 417 тис. рослин/га; 3). рядковий спосіб сівби з густотою 833 тис. рослин/га. Фактор В включав два варіанти: 1). краплинне зрошення (КЗ); 2). без зрошення (контроль). Розміщення дослідних ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Площа посівної ділянки – 25 м², облікової – 20 м². Передполивна вологість, яку підтримували на зрошуваних варіантах, – 80-80-70 % від НВ ґрунту. У досліді використано елітне насіння середньораннього сорту Оксана (оригіатор – ІЗЗ НААН та Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, не містить ГМО) [14, 571]. Напрямок вирощування – отримання насіння першої репродукції. Попередник – пасльонові овочеві культури (перець солодкий і баклажан розсадні).

Дослід № 6. Дослідити схеми розміщення ПТ та ефективність краплинного зрошення буряка цукрового.

Схема досліду: Фактор А включав два варіанти: 1). краплинне зрошення (КЗ); 2). без зрошення (контроль). Фактор В включав два варіанти: 1). розміщення ПТ через міжряддя (відстань між ПТ – 0,90 м); 2). розміщення ПТ у кожному посівному рядку (ПТ через 0,45 см). Розміщення дослідних ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Площа посівної ділянки – 25 м², облікової – 20 м². Передполивна вологість, яку підтримували на зрошуваних варіантах, – 80-70 % від НВ (I та II половини вегетаційного періоду відповідно). Схема посіву 45+45x20 см (111,1 тис. шт./га) за КЗ та 45+45x33 см (67,34 тис. шт./га) без зрошення. У досліді використано

насіння вітчизняного однонасінного триплоїдного ЧС гібриду Олександрія F1 (оригінатор – Білоцерківська та Іванівська дослідно-селекційні станції Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН). Напрямок вирощування – для переробки коренеплодів та гички на біогаз. Попередник – соя насіннева на краплинному зрошенні.

Досліди № 7-8. Провести польові та лабораторні дослідження, установити кореляційні залежності між ККС листя просапних культур і вологістю ґрунту, зв'язок між ККС листя та часом доби, удосконалити методику відбирання проб листя для визначення ККС з метою діагностування строків вегетаційних поливів просапних культур за краплинного зрошення (2010-2012 рр.).

Модельні культури у досліді № 7 – картопля весняного строку садіння (рання, сорт Невська), досліді № 8 – буряк цукровий (гібрид Олександрія F1).

Методикою досліджень було передбачено пошарове (10 см) визначення вологості ґрунту термостатно-ваговим методом і паралельно визначали ККС листя. Для цього брали розвинутий листок з другого ярусу рослини. Також встановлювали зміни показника ККС залежно від часу доби та у різних частинах листка: у черешку, середині та кінчику. Для визначення ККС листя використовували рефрактометр цифровий Atago PAL-Alfa. Повторність визначення – 10 разова.

На картоплі розрахунковий шар ґрунту – 0-30 і 0-50 м (I і II половина вегетаційного періоду відповідно), РПВГ – 80 % від НВ. Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – чотириразова, сорт картоплі – Невська, схема садіння – 70+70x25 см (57,142 тис. шт./га) з укладанням ПТ у кожний рядок, попередник – цибуля ріпчаста ранньостигла. На буряку цукровому глибина зволоження ґрунту – 0,50-0,55 м, РПВГ – 80-70 % від НВ. Площа посівної ділянки – 25 м², облікової – 20 м². Схема посіву 45+45x20 см (111,1 тис. шт./га). Розміщення дослідних ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Гібрид – Олександрія F1, попередник – пасльонові овочеві культури (перець солодкий і баклажан розсадні).

Дослід № 9. Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності зернової кукурудзи залежно від РПВГ (2013-2015 рр.).

Схема дослід: 1. Без зрошення (контроль); 2. призначення вегетаційних поливів при 70 % НВ; 3. - // - при 80 % НВ; 3. - // - при 85 % НВ; 4. - // - при 90 % НВ. Глибина зволоження ґрунту (0,72-0,76 м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою укладання ПТ – через 1 міжряддя (1,40 м). Площа облікової ділянки – 30 м², повторність – чотириразова, гібрид кукурудзи – ДКС 5276 (DEKALB®, FAO 460, зубовидний, середньопізній, оригінатор – «Monsanto»), схема посіву – 70+70x15 см (густота 95,238 тис. шт./га) за КЗ та 70+70x30 см (47,619 тис. шт./га) без поливу, попередник – картопля.

В рамках досліду № 9 також вивчали вплив РПВГ на забур'яненість посівів. З цією метою залишали ділянки площею 5,0 м² без внесення гербіцидів (повторність – чотириразова).

Дослід № 10. Дослідження впливу краплинного зрошення овочевої сівозміни на властивості ґрунту (томат посівний – часник озимий – кабачок). Початок застосування краплинного зрошення – 2002 рік, відбирання зразків ґрунту згідно схеми досліду – протягом 2008 року. Метою польового досліду було визначення впливу краплинного зрошення на вміст валового N, рухомих сполук NO₃, рухомих сполук P₂O₅ та K₂O, валового гумусу та змін щільності складення ґрунту. Для реалізації поставлених задач схемою досліду було передбачено пошарове відбирання зразків ґрунту згідно ДСТУ 4287:2004 [711] у чотириразовій повторності із зони зволоження (під поливним трубопроводом) та у незрошуваних умовах (контроль) на глибину до 3 м з кожного 20-см шару ґрунту. Для дослідження щільності складення (за ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, IDT) [713]) ґрунту зразки відбирали методом ріжучого кільця [333] до глибини 70 см під краплинним водовипуском та у зоні міжряддя також у чотириразовій повторності. Для встановлення сезонної динаміки зразки ґрунту на посівах томату сорту Ріо-Гранде відбирали тричі протягом вегетаційного періоду: після посіву, в середині та в кінці вегетації. Аналітичну частину роботи виконували в

ДП «Центральна н.-д. лабораторія якості води та ґрунтів ІВПіМ НААН».

ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН.

Дослід № 11. Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності ранньостиглої цибулі ріпчастої залежно від РПВГ (2011-2013 рр.).

Схема досліду: 1. без зрошення (контроль); 2. проведення лише досходових поливів; 3. призначення вегетаційних поливів при 70 % НВ; 4. - // - при 80 % НВ; 5. - // - при 90 % НВ; 6. - // - при 80 % НВ від «посіву до кінця формування цибулин» та 70 % від НВ від «кінця формування цибулин до закінчення поливного періоду (14 днів до збирання – II декада липня)» (рисунок 2.10). Глибина зволоження ґрунту (0,50-0-52 м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою укладання ПТ. Схема сівби – 8 рядкова 5+25+5+25+5+25+5+65 (160 см), густина при посіві – близько 0,95-1,05 млн. шт./га (рисунок 2.11):

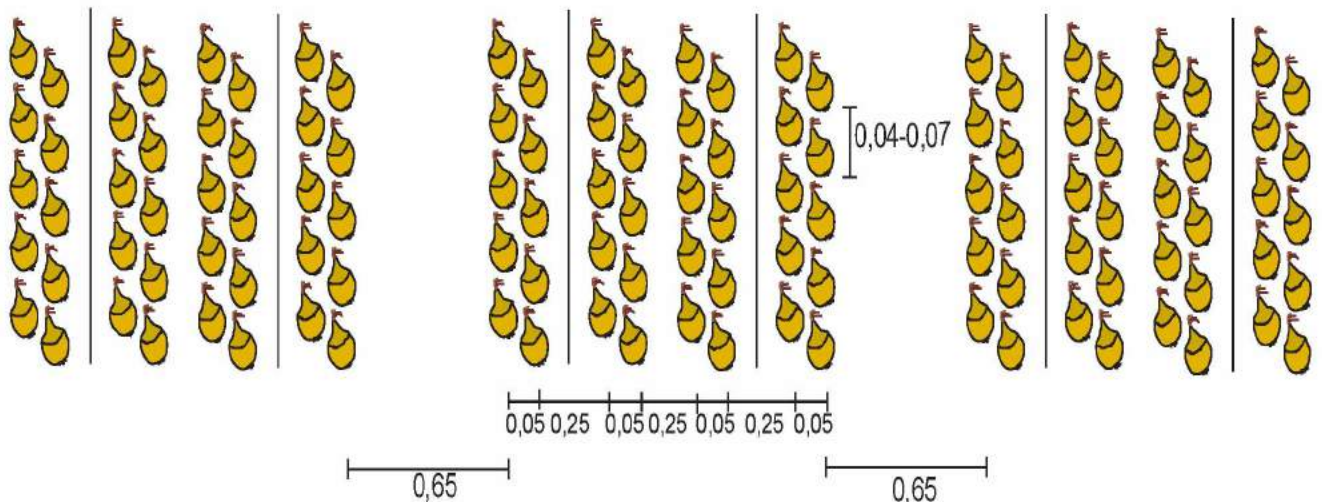


Рисунок 2.11 – Схема сівби цибулі ріпчастої на краплинному зрошенні

Площа облікової ділянки – 26 м², повторність – чотириразова, гібрид – Sierra Blanca F1 (ранньостиглий, оригінатор – «Seminis»), попередник – пшениця озима.

В рамках досліду № 11 також вивчали вплив РПВГ на забур'яненість посівів. З цією метою залишали ділянки площею 3,0 м² без внесення гербіцидів (повторність – чотириразова).

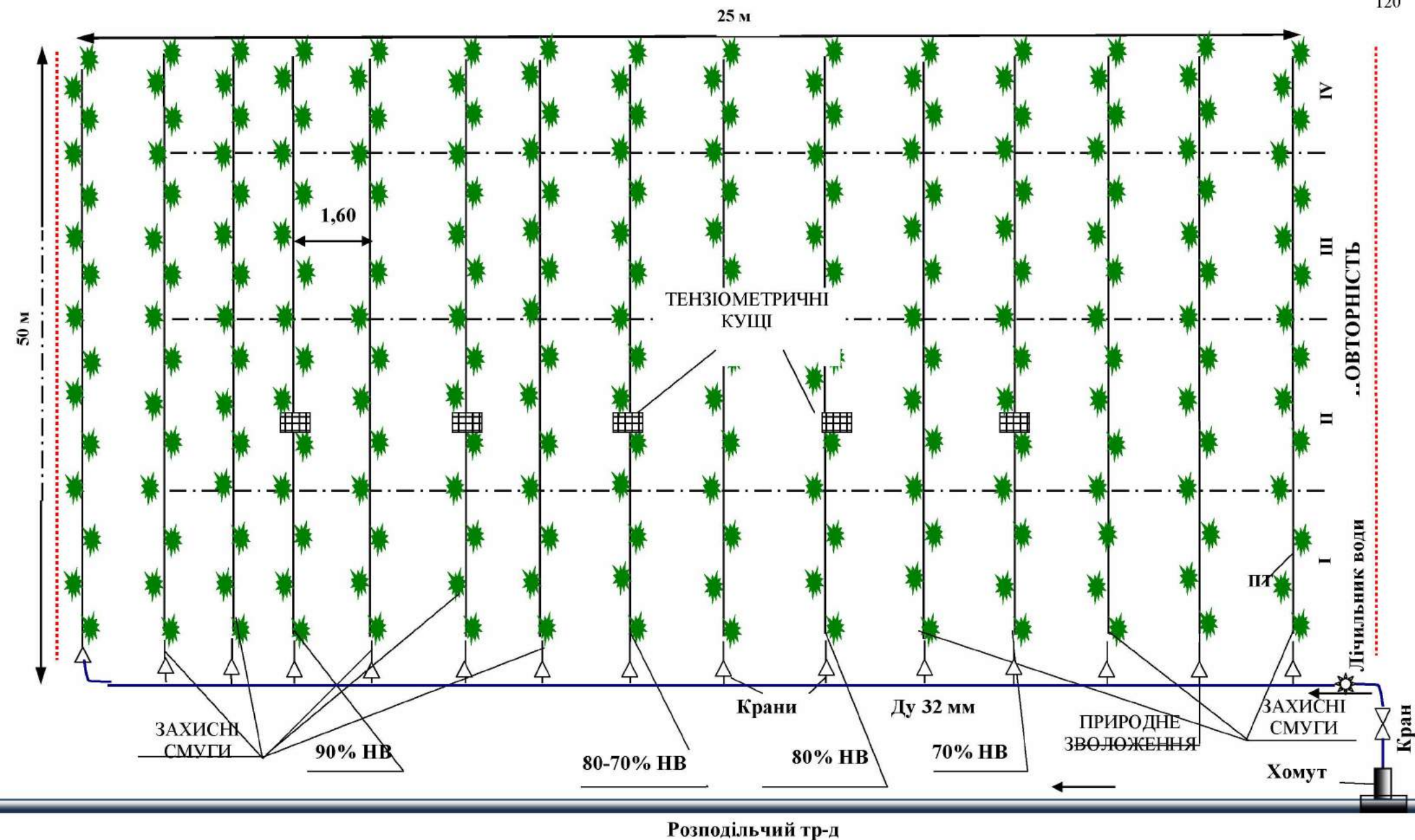


Рисунок 2.10 – Схема дослід з вивчення режимів краплинного зрошення та водоспоживання цибулі ріпчастої (2011-2013 рр.)

Дослід № 12. Дослідити вплив гібридного складу, густоти рослин та строків збирання коренеплодів на продуктивність буряка цукрового за краплинного зрошення (2013-2015 рр.).

Схема дослідю:

Фактор А – «гібриди» (3 варіанти), фактор В – «густина рослин» (2 варіанти), фактор С – «строк збирання коренеплодів» (2 варіанти):

Краплинне зрошення 85-75% НВ	{	1. Кармеліта – 45+45 x 20 см (111,1 тис./га*);	}	20 вересня 85-75% НВ	
		2. Светлана КВС – 45+45 x 20 см (111,1 тис./га*);			
		3. Дарія КВС – 45+45 x 20 см (111,1 тис./га*);			
		}	}	4. Кармеліта – 45+45 x 26 см (88,9 тис./га*);	21 жовтня 85-75% НВ
				5. Светлана КВС – 45+45 x 26 см (88,9 тис./га*);	
				6. Дарія КВС – 45+45 x 26 см (88,9 тис./га*);	

**Кількість рослин буряка цукрового наведено на момент сходів (густина рослин на початку вегетації).*

Розміщення дослідних ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Площа посівної ділянки – 30 м², облікової – 20 м². Передполивна вологість, яку підтримували на зрошуваних варіантах, – 80-70 % від НВ (I та II половини вегетаційного періоду відповідно), глибина зволоження ґрунту – 0,40-0,45 м, обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а схемою сівби та укладання ПТ (0,90 м, через одне міжряддя). У дослідях використано та досліджено реакцію на зрошення гібридів німецької селекційно-генетичної компанії «KWS SAAT AG»: Светлана КВС^{Rz} тип NZ, Кармеліта^{Rz(Cr)} тип Z(Z) та Дарія КВС^{Rz(Cr)} тип N. Напрямо вирощування рослин – для переробки коренеплодів на цукор. Попередник – пшениця озима.

Дослід № 13. Адаптація розрахункового методу визначення сумарного випаровування Penman-Monteith до ґрунтово-кліматичних умов Сухого Степу України (на прикладі зернової кукурудзи) (2013-2015 рр.).

Схемою дослідю було передбачено фіксування метеорологічних параметрів за допомогою інтернет-метеостанції iMetos®, яка знаходилась безпосередньо на дослідній ділянці, та визначення ET_o за допомогою програми CropWat 8.0 з використанням формули Penman-Monteith:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) - \gamma \cdot \frac{900}{T - 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}, \quad (2.1)$$

де ET_o – еталонне сумарне випаровування (мм/день⁻¹);

R_n – радіація нетто на поверхні культури [МДжм⁻² день⁻¹];

G – щільність теплового потоку ґрунту [МДжм⁻² день⁻¹];

T – середньодобова температура на висоті 2 м [°C];

u_2 – швидкість вітру на висоті 2 м [мс⁻¹];

Δ – ухил кривої тиску пари [кПа °C⁻¹];

γ – психрометрична константа [кПа °C⁻¹];

e_a – фактичний тиск пару [кПа];

e_s – тиск насиченої пари [кПа];

$e_s - e_a$ – дефіцит тиску насиченої пари [кПа].

ET_c (FAO) розраховували використовуючи базовий (типовий) коефіцієнт культури K_c (FAO). Фактичне сумарне випаровування ET_c визначали інструментальним методом за допомогою інтернет-станції вологості ґрунту iMetos®SM/ECHO/TNS/ECOD2, яку було обладнано сенсорами вологості ґрунту типу Watermark 200SS на різних глибинах ґрунтового профілю і відстані від точки водоподачі.

Культура – кукурудза на зерно, гібрид DKC 5276 (DEKALB®, FAO 460, зубовидний, середньопізній, by «Monsanto»). РПВГ – 85 % від НВ ґрунту, поливи закінчували на момент з'явлення так званої «чорної крапки» у місці кріплення качана. Глибина зволоження ґрунту ($\approx 0,45-0,50$ м) обумовлювалась не глибиною розміщенням кореневої системи рослин, а

схемою укладання ПТ – через 1 міжряддя (1,40 м). Площа облікової ділянки – 30 м², повторність – чотириразова, схема посіву – 70+70 x 15 см (95,238 тис. шт./га), попередник – буряк цукровий.

ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН.

Дослід № 14. Дослідити вплив РПВГ, площі живлення (густоти рослин) та режимів мінерального живлення на водний режим, водоспоживання та продуктивність кавуна за краплинного зрошення (2006-2008 рр.).

Схема досліду: фактор А – РПВГ:

Фактор А:

1. без зрошення (контроль);
2. 65-75-70 % від НВ ґрунту (за фазами розвитку: «сівба – початок цвітіння», «початок цвітіння – початок плодоношення», «початок плодоношення – кінець вегетації»);
3. 75-75-75 % від НВ ґрунту.

Фактор В – площа живлення (густота рослин – схема сівби):

1. 1,0 м² (1,4 x 0,7 м, 10,204 тис. шт./га);
2. 1,5 м² (1,4 x 1,1 м, 6,494 тис. шт./га);
3. 2,0 м² (1,4 x 1,4 м, 5,102 тис. шт./га).

Фактор С – режим мінерального живлення:

1. без внесення мінеральних добрив (контроль);
2. N₆₀P₉₀K₆₀ – рекомендована доза внесення мінеральних добрив.

Розміщення дослідних ділянок – систематичне, площа облікової ділянки – 80 м², повторність – чотириразова. Глибина зволоження ґрунту: 0-25; 0-30 та 0-40 м за фазами розвитку культури. Сорт кавуна – Княжич, попередник – арахіс.

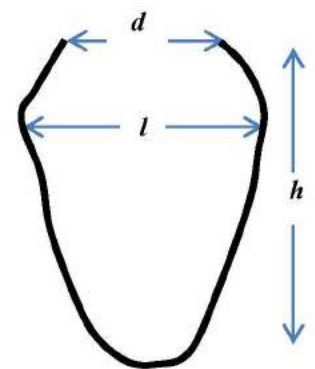
Дослід № 15. Дослідження параметрів зон зволоження ґрунтів.

Комплексний польовий експеримент за № 14 «Дослідження параметрів зон зволоження ґрунтів» було проведено у 2015 р. на

середньосуглинковому, легкосуглинковому та супіщаному ґрунтах на землях КДДС ІВПіМ, ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ та ДП «ДГ «Великі Кліни» ПДСГДС ІВПіМ НААН відповідно.

Схема, методики та алгоритм проведення **польового дослідження № 15** з визначення параметрів зон зволоження за краплинного зрошення:

1. Визначити за профілем щільність складення ґрунту через 10 см до глибини 100 см (ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, IDT) [713].
2. Визначити термостатно-ваговим методом (ТВМ) передполивну вологість у потенційному контурі (10-15 зразків у кожному контурі, потім – усереднити за кожним контуром) [69, 142].
3. ПТ слід укладати на ретельно сплановану поверхню ґрунту.
4. Провести поливи відповідної до наступної схеми (на 1 ПТ):
 - 1- 3,0 години поливу;
 - 2- 4,0 години поливу;
 - 3- 5,0 години поливу;
 - 4- 6,0 години поливу;
 - 5- 7,0 години поливу;
 - 6- 8,0 години поливу.
5. Виконати поперечний розріз профілю зони зволоження (перпендикулярно рядку).
6. Провести наступні заміри:
 - ширини зони зволоження на поверхні (d)
 - ширини зони зволоження в найширшому місці (l)
 - глибини зони зволоження (h).



7. Заміри необхідно провести, коли відбулося остаточне перетікання вологи у нижчі горизонти, т. б. коли сформовано максимальну зону зволоження.

Орієнтовний час проведення вимірів складає:

на супіщаних ґрунтах	≈ 6-7 год.
на легких –	≈ 8-13 год.
на середніх –	≈ 14-17 год.
на важких –	≈ 18-24 год.

8. Величину норми поливу визначати на 100 м/ряду ПТ шляхом замірів фактичних витрат 1 крапельниці у процесі поливу [550].

9. Дослід повторити у часі в 3-х повторностях.

10. Визначити середньоарифметичні геометричні параметри контурів зволоження, побудувати лінійні залежності h/d , фактичної та розрахункової (емпіричної) площі зволоження залежно від тривалості поливу та типу ґрунту.

Методики та програми досліджень.

Перед закладанням польових дослідів в умовах краплинного зрошення виконано такі роботи:

1. Проаналізовано історію використання ділянки, у тому числі ступінь забур'яненості ґрунту багаторічними кореневищними бур'янами та бур'янами-паразитами.

2. Проведено топографічну зйомку у масштабі 1:1000 з нанесенням горизонталей через 0,5-1,0 м.

3. Проведено зрівняльний посів пшениці ярої з подальшим обліком урожайності з окремих ділянок. Це дало змогу оцінити строкатість показників родючості дослідних полів і в подальшому визначити оптимальну площу, розміщення ділянок та кількість повторень [131, 375, 611].

4. Проведено детальні ґрунтові вишукування, під час яких у закладених шурфах описано ґрунт і визначено основні показники його родючості. Для цього з урахуванням генетичних горизонтів суцільною

колонкою через 10 (20) см відбирали зразки ґрунту згідно ДСТУ 4287 [711], у яких визначали такі показники:

- щільність складення ґрунту згідно з ДСТУ ISO 11272 [713];
- найменшу вологомісткість ґрунту методом заливання майданчика розміром 2,0 x 2,0 м [333];
- гранулометричний склад ґрунту згідно з ДСТУ 4730 [712];
- структурно-агрегатний склад ґрунту згідно з ДСТУ 4744[719];
- рН сольовий, рН водний згідно з ДСТУ ISO 10390 [716];
- гідролітичну кислотність ґрунту згідно з ДСТУ 7537 [724];
- вміст поглинених катіонів згідно з ДСТУ ISO 11260 [720];
- вміст органічної речовини згідно з ДСТУ 4289[713];
- вміст нітратного, амонійного і загального розчинного азоту, рухомих сполук фосфору і калію згідно з ДСТУ ISO 14255, ДСТУ 4405, ДСТУ 4114, ДСТУ 4115, ДСТУ 7863, ДСТУ 4726 [141, 143, 710, 714, 725];
- вміст карбонатів згідно з ДСТУ ISO 10693 [718].

5. Визначено гідрохімічний склад поливної води із джерел зрошення, результати проаналізовано згідно чинних нормативних документів [222, 548, 726].

6. Організовано спостереження за динамікою підґрунтових вод за допомогою мережі спостережних свердловин.

7. Організовано спостереження за основними метеорологічними показниками: кількістю опадів, температурою, відносною вологістю повітря, напрямком та силою вітру. Безпосередньо на дослідних ділянках фіксували кількість атмосферних опадів, температуру приземних шарів повітря, температуру ґрунту за глибиною і відносну вологість повітря.

Аналізування зразків ґрунту та поливної води виконували на базі атестованого ДП «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН.

Сумарне водоспоживання просапних культур обраховували балансовим методом – шляхом обліку надходжень та витрати вологи в кореневмісному та метровому шарах ґрунту [223, 290]. Для дослідження зон

зволоження ґрунту і призначення строків поливу використовували тензіометричний метод, який базується на теорії потенціалу ґрунтової вологи. Базові принципи та методичні аспекти використання тензіометричного методу, які використано за проведення вказаних вимірювань, викладено у працях Глобуса О.М. [116,147], Судніцина І.І. [580, 581], Муромцева М.О. [401, 402, 403], Ромащенко М.І., Корюненко В.М., Муромцева М.М., Шатковського А.П., Рябкова С.В., Малярчука С.В. [524, 526, 527, 523, 527, 528], Терещенка К.П. [586] та в ДСТУ ISO 11276-2001 [723]. За цього було апробовано та використано три типи датчиків: тензіометри із водно-ртутними манометрами (додаток К 1), ВВТ-II (із вакуумметрами) (додаток К 2) та сучасні датчики Watermark 200SS. Крім цього, також використовували датчики вологості ґрунту типу Echo Probe.

Датчик Watermark 200SS призначено для визначення капілярного потенціалу ґрунтової вологи ($-K_n$) (Soil Water Tension), який характеризує водоутримувальні сили ґрунту і обумовлює доступність вологи для рослин (рисунок 2.12 а).

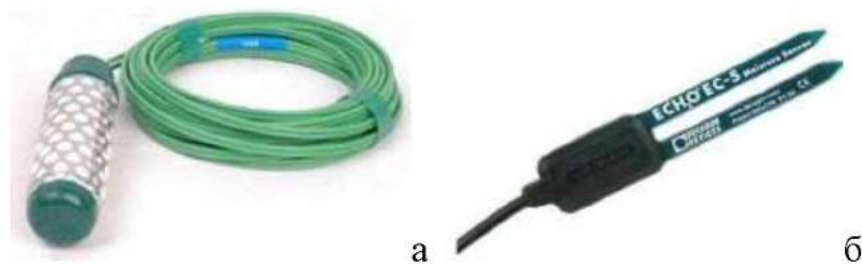


Рисунок 2.12 – Датчики вологості ґрунту Watermark (а) та Echo Probe (б)

Датчик Echo Probe визначає об'ємну вологість (Soil Water Content) ґрунту та працює за принципом рефлектометрії частотної області («Frequency Domain Reflectometry» (FDR)). Цей сенсор усереднює об'ємний вміст вологи в зоні його дії (до 2 см) з точністю вимірювання $\pm 2\%$. Вимірювання проводяться на основі діелектричної провідності ґрунтового середовища з частотою 70 МГц (рисунок 2.12 б).

Датчики вологості ґрунту встановлювали на різних глибинах ґрунтового профілю і відстані від точки водоподачі. Для спостережень було обладнано режимні тензіометричні кущі по 14-28 датчиків у кожному (рисунки 2.13-2.14).

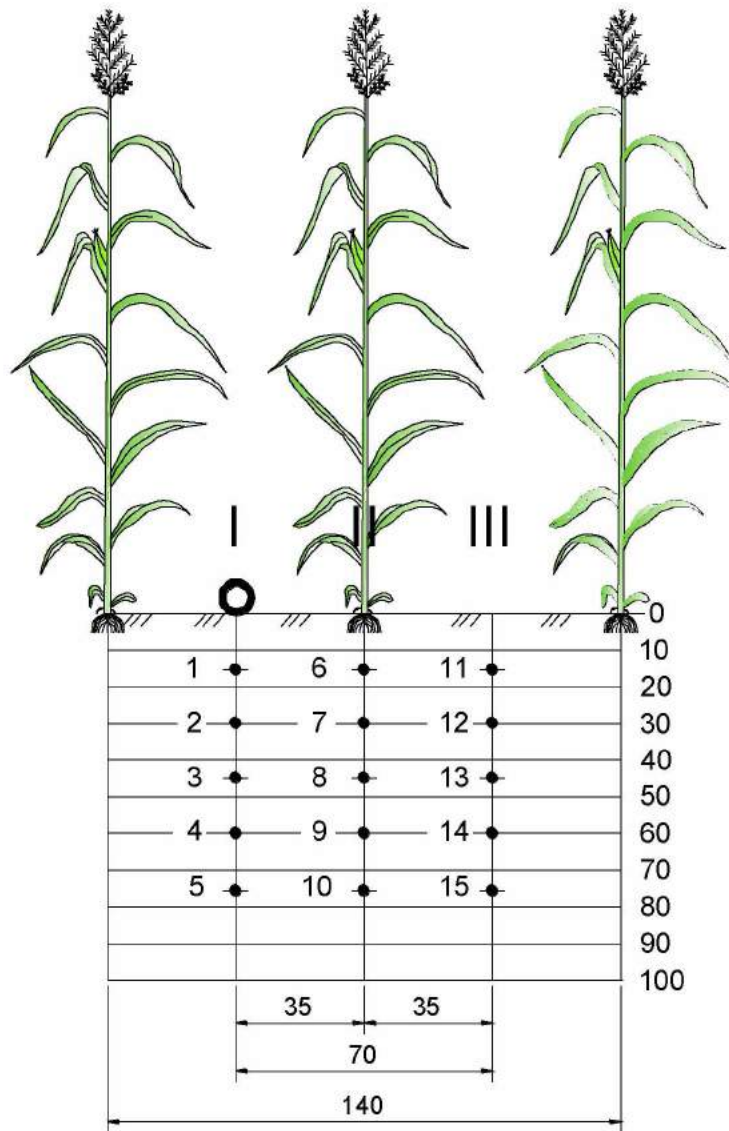


Рисунок 2.13 – Схема розміщення тензіометричних датчиків (на прикладі кукурудзи)

№№ 1-15 – тензіометричні датчики, №№ I-III – номери створів

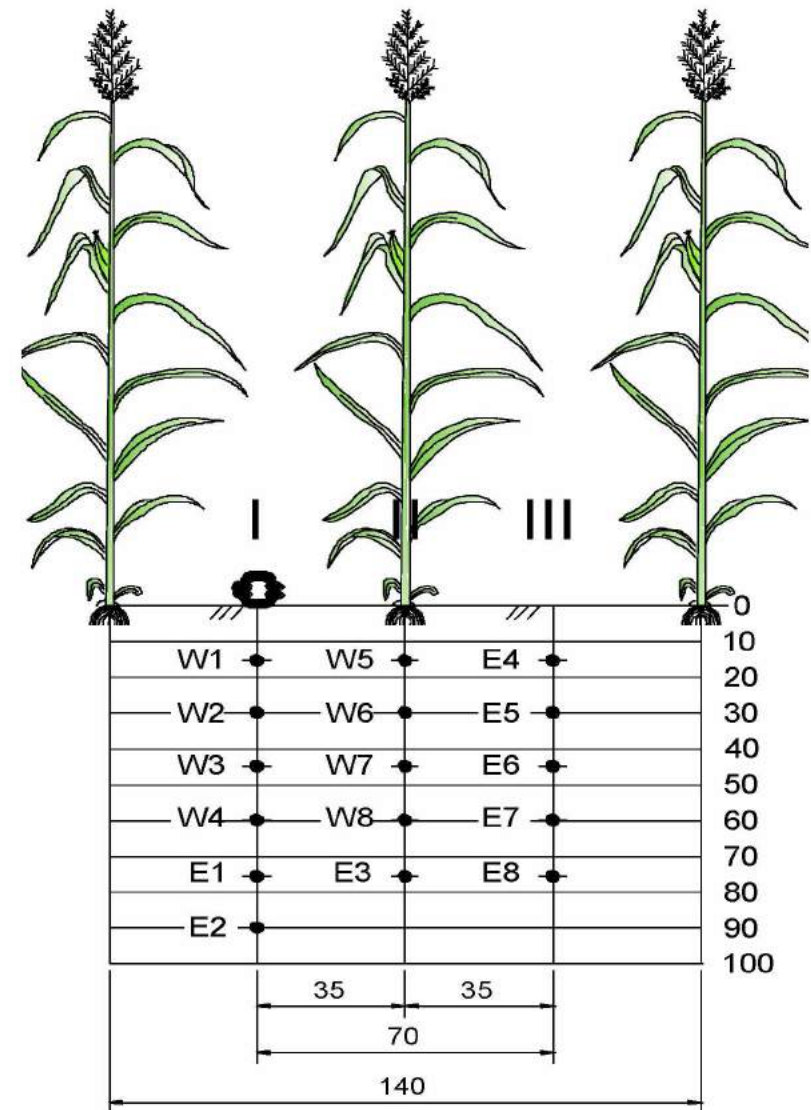


Рисунок 2.14 – Схема розміщення датчиків Watermark та Echo Probe (на прикладі кукурудзи)

W – датчик Watermark, E – датчик Echo Probe, I-III – номер створу

Величину норми вегетаційного поливу розраховували як різницю вологозапасів, які відповідають найменшій і передполивній вологомiсткостi, з урахуванням локального характеру зволоження ґрунту за формулою Костякова О.М. [290, 478, 550]:

$$m = 10000 \times h \times \frac{\rho}{\gamma} \times S \frac{W_{HB} - \lambda W_{HB}}{100\%}, \quad (2.2)$$

де m – норма поливу, м³/га;

h – рекомендована глибина зволоження ґрунту, м;

ρ – щiльнiсть складення кореневого шару ґрунту, т/м³;

γ – щiльнiсть води, т/м³;

W_{HB} – найменша вологомiсткiсть кореневмісного шару ґрунту у відсотках від маси абсолютно сухого ґрунту;

λ – коефіцієнт вологості кореневого шару ґрунту перед початком проведення поливу в частках від W_{HB} (передполивний порiг);

S – зволожувана частина площi поля в частках від одиниці.

Глибина зволоження приймається з необхідності зволоження об'єму ґрунту, в якому міститься не менше 75 % фізіологічно активних корневих відгалужень рослини або вона (h) зумовлюється схемою садіння (сiвби) рослин та розміщенням ПТ СКЗ.

Зволожувана частина площi поля дорiвнює:

$$S = \frac{n \times b \times l}{10000}, \quad (2.3)$$

де n – кiлькiсть поливних трубопроводiв на 1 га, шт.;

b – ширина смуги зволоження одним поливним трубопроводом, м;

l – довжина смуги зволоження, м.

Величина норми поливу має бути достатньою для забезпечення необхідної ширини та глибини зволоження кореневої системи рослин.

Фактичну величину норми поливу уточнювали безпосередньо на ділянках при проведенні поливів.

Коефіцієнт водоспоживання рослин розраховували як відношення фактичного сумарного водоспоживання ET_C до врожайності культури U [219, 290, 607]:

$$KB = \frac{ET_C}{U} \quad (2.4)$$

де KB – коефіцієнт водоспоживання, m^3/t ;

ET_C – фактичне сумарне водоспоживання культури за вегетаційний період, $m^3/га$;

U – урожайність культури, тонн/га.

Коефіцієнт ефективності зрошення визначали за наступною залежністю [607]:

$$K_{ef} = \frac{M}{U_z - U_c} \quad (2.5)$$

де K_{ef} – коефіцієнт ефективності зрошення, t/m^3 ;

U_z – урожайність на зрошенні, т/га;

U_c – урожайність без зрошення, т/га;

M – зрошувальна норма, $m^3/га$

Для визначення ET_0 використано формулу Penman-Monteith [737, 754, 757, 744, 475, 760].

Забезпеченість року досліджень за дефіцитом випаровуваності [228] встановлювали за формулою:

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%, \quad (2.6)$$

де P – забезпеченість року, %;

m – порядковий номер члена ряду спостережень величини дефіциту випаровуваності розташованого в порядку зменшення;

n – загальне число членів у ряду.

Дозу внесення мінеральних добрив на заплановану врожайність розраховують за балансовим методом з урахуванням вмісту елементів живлення у ґрунті [108] за формулою:

$$D = \frac{100 \times UV - P \times 1,8 \times Kn}{Ku}, \quad (2.7)$$

де D – розрахована доза азотних добрив, кг/га;

U – запланована врожайність, т/га;

V – винесення азоту з 1 т врожаю, кг;

P – вміст N-NO₃ у ґрунті, кг/га;

1,8 – коефіцієнт нітрифікації (оптимальне підвищення нітратного азоту за рахунок нітрифікації);

Kn – коефіцієнт використання азоту з ґрунту, %;

Ku – коефіцієнт використання азоту з добрив, %.

Фотосинтетичний потенціал (ФП, млн. м² х діб/га) посівів (насаджень) розраховували, виходячи із суми величини площі листкової поверхні на один гектар посіву за кожну добу впродовж всього вегетаційного періоду графоаналітичним методом за А.О. Ничипоровичем [414, 616].

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) відображає приріст загальної біомаси рослин за певний проміжок часу відносно показника середньої площі листкової поверхні за цей самий період і розраховується за формулою Уільмса та Уотсона [616]:

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1 \cdot \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1}}{n}, \quad (2.8)$$

де $ЧПФ$ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²×добу;

B_1, B_2 – суха маса проби, на початку і в кінці облікового періоду, г;

L_1, L_2 – площа листків проби на початку і в кінці облікового періоду, м²;

n – кількість днів в обліковому періоді, діб.

Норми внесення мінеральних добрив під заплановану врожайність культур розраховували балансовим методом з урахуванням виносу елементів живлення (ЕЖ) з урожаєм, вмісту ЕЖ у ґрунті, коефіцієнтів використання ЕЖ із ґрунту та добрив [107].

Облік забур'яненості та ступеня ураження посівів (насаджень) збудниками хвороб у дослідях проводили згідно методики Інституту захисту рослин НААН [378]. Протягом вегетаційного періоду підраховували як чисельність бур'янів, так і їх видовий склад.

Вивчення розвитку та розміщення кореневої системи рослин здійснювали методом відмивання моноліту [371, 575, 584]. Згідно цієї методики проводили кількісний облік і вимірювання коренів.

Для оцінки ефективності різних технологічних прийомів проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання. На дослідних ділянках відмічали календарні дати появи сходів, початку формування продуктивних органів та їх збирання. Початок фази фіксували, коли її настання спостерігалось у 10 % рослин, масове – у 75 %.

Біометричні вимірювання згідно із загальноприйнятими методиками дослідної справи [371, 375, 376]. Вони стосувались визначення висоти рослин у динаміці, розрахунках ФП та ЧПФ. Для цього протягом вегетаційного періоду проводили спостереження за площею листкової поверхні та довжиною найбільшого листка, яку визначали методами висічок та планіметрування (залежно від виду культури).

Облік урожаю здійснювали методом суцільного збирання (крім плодів перцю солодкого, баклажану та кавуна) з їх наступним зважуванням з кожної облікової ділянки та сортуванням відповідно до ДСТУ 3805, ДСТУ 2659, ДСТУ 2660, ДСТУ 3234, ГОСТ 7176, ДСТУ 4525, РСТ УРСР 297, ДСТУ 4327, ДСТУ 4964 [21, 237, 252, 302, 303, 281, 438, 572, 624]. У подальшому визначали середню вагу, довжину і діаметр

продуктивних органів в пробах масою 10 кг, після збирання на ділянках з двох несуміжних повторень.

Для оцінки якості продуктивних органів виконували біохімічні аналізи з визначення вмісту сухої речовини рефрактометричним методом (ДСТУ 8402:2015) [470], цукрів – за Бертраном ціанідним методом (ДСТУ 4954:2008) [471], вітаміну С – за Муррі (ДСТУ 7803:2015) [472], каротину – за Муррі із використанням спектрофотометрії (ДСТУ 4305:2004) [618], нітратів – потенціометрично іонселективним електродом (ДСТУ 4948) [619]. Визначення вмісту сахарози у коренеплодах буряків цукрових проводили методом гарячої дигестії [4, 627].

Біохімічні аналізи виконували на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також на базі спеціалізованих лабораторій Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН та Південної державної сільськогосподарської дослідної станції ІВПіМ НААН.

Біоенергетичну ефективність вирощування визначали за «Методикою біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві» (Болотських О.С., Довгаль М.М., 1999) [39, 371] та «Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва» (Тараріко Ю.О. та ін., 2005) [585].

Коефіцієнт біоенергетичної ефективності визначали за формулою [371]:

$$K = \frac{Q_H}{Q_B} \cdot f \quad (2.9)$$

де Q_H – енергія накопичена господарсько-цінною часткою врожаю, *МДж/га*;

Q_B – сукупна енергія, витрачена на виробництво, *МДж/га*;

f – коефіцієнт споживчої цінності продукту [371] (застосовується лише для овочевих і баштанних культур).

Статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень проводили за дисперсійним, кореляційним і регресійним методами з використанням прикладної комп'ютерної програми «Statistica».

Економічну оцінку ефективності розроблених елементів технологій виконували згідно фактичних витрат матеріальних коштів на вирощування продукції. Розрахунки вели за цінами 2015 р. згідно методик [10, 227, 261, 377, 382, 380, 490, 579, 587].

В процесі досліджень використано вимірювальний, реєстраційний, органолептичний та розрахунковий методи, а одиниці вимірювання та фізичні величини відповідають ДСТУ 3651.0-97 «Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення» [386].

2.5 Агротехнології вирощування просапних культур у дослідках

Агротехнології вирощування просапних сільськогосподарських культур у польових стаціонарних дослідках були загальноприйнятими для умов краплинного зрошення зони Степу України за виключенням досліджуваних факторів. Всі агротехнологічні операції виконували згідно вимог чинних нормативних документів, частину яких було розроблено за безпосередньої участі автора: ДСТУ 7596 [392], ДСТУ 7887 [221], ДСТУ 7937 [218], ДСТУ 8519 [419], ДСТУ 8510 [250], ДСТУ 4506 [251], ДСТУ 5044 [437], ДСТУ 5045 [236], ДСТУ 5049 [573], ДСТУ 6012 [625], ДСТУ 4838 [592].

У дослідках використано районовані у зоні Степу сорти і гібриди просапних сільськогосподарських культур [166], а також пестициди та агрохімікати, внесені до «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [439]. Внесення пестицидів проводили вручну

ранцевим мотооприскувачем Oleo-Mac AM190, посів – вручну сівалкою точного висіву «MaterMass MSJ».

Картопля весняного строку садіння. Після збирання попередника, з метою подрібнення рослинних решток з частковим заробленням їх у ґрунт і знищення бур'янів, провели дискування (лушення) (БДН 1,3). За подальшого відростання бур'янів (кінець серпня – початок вересня) – внесення гербіциду Раундап Макс, в.р. (3,5 дм³/га). В кінці жовтня – зяблева оранка на глибину 28-30 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). Навесні (III декада березня) – боронування зябу (БДВ-1,8), за 3-5 днів до садіння – передсадивна культивування на глибину 12-14 см (КРН-4,2). Садіння проводили вручну з 01 по 10 квітня (залежно від погодних умов) за схемою 70+70 x 25 см (57,142 тис. шт./га, ПТ – у кожний рядок). Сорт Невська, друга репродукція. Перед садінням бульби обробляли препаратом Престиж 290 FS, т.к.с. (д.р. імідаклопрід + пенсікурон) з розрахунку 0,1 дм³/1,5 дм³ води/100 кг бульб. При садінні локально у гребені вносили мінеральні добрива (нітроамофоску N₁₇P₁₇K₁₇) з розрахунку N₄₅P₄₅K₄₅. Наступні удобрення проводили з поливною водою, залежно від фактичного вмісту елементів живлення методом фертигації вносили N₃₅₋₅₅P₂₀₋₂₅K₃₀₋₃₅. Після садіння, до сходів культури, вносили Стомп, 330 к.е. (4 дм³/га). Під час вегетації картоплі після підгортання, у міру появи сходів бур'янів, вносили у баковій суміші гербіциди: Тітус 25 в.г. (50 г/га) і Зенкор 70 W.G., в.г. (300 г/га) з додаванням прилипача Тренд 90 (200 мл/га) та у фазу 2-4 листка бур'янів проти одно- і багаторічних злакових: Тарга Супер, к.е. – 3,0 дм³/га. Проти личинок колорадського жука двічі проводили обприскування інсектицидними препаратами: Актара, в.г.-0,06-0,08 кг/га; Конфідор Максі, в.г. – 0,05 кг/га. З фунгіцидної групи препаратів використовували Ридоміл Голд, МЦ 68 WG, в.г. – 2,5 кг/га; Татту, к.с. – 3,0 дм³/га. За висоти рослин 12-15 см проведено підгортання насаджень. Збирання бульб проводили з 25 червня по 03 липня.

Кукурудза цукрова. Після збирання попередника – дискування (лушення) (БДН 1,3) та зяблева оранка на глибину 28-30 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). Рано навесні – боронування зябу (БДВ-1,8), потім – 2 культивації (КРН-4,2) на глибину 12-14 см та 10-12 см, друга – з одночасним боронуванням. Перед посівом насіння замочували у теплій воді (+25-30⁰С) та обробляли для профілактики кореневої і стеблової гнилі, головні і фузаріозу насіння препаратом Вітавакс 200, з.п. (0,02 кг на 0,1 дм³ води, на 10 кг насіння). Насіння гібриду Сквирка (Роксолана) F1 висівали на глибину 2,5 см за схемою 70+70х30 см (47,619 тис.шт./га, ПТ – через одне міжряддя) з 08 по 15 квітня. Догляд за рослинами складався із 2-3 різноглибинних культивацій міжрядь (спочатку на глибину 12-14 см, а потім – 8-10 і 6-8 см). 70 % розрахункової дози фосфорних і 50 % розрахункової дози калійних добрив вносили локально під посів (тукосуміш), решту, разом із азотними добривами – з поливною водою методом фертигації. Загальна доза добрив становила N₁₀₀₋₁₂₀P₅₀₋₇₀K₆₀₋₇₅. У боротьбі із совками і метеликами використано інсектициди Децис 2,5 %, к.е. (0,5-0,7 дм³/га) та Штефесін 2,5, к.е. (0,6 дм³/га), проти дротяника – Гаучо, з.п. (0,028 кг на 100 кг насіння). У період досліджень ознак хвороб рослин кукурудзи цукрової не зафіксовано. У якості ґрунтового гербіциду використовували препарат Дуал Голд 960 ЕС к.е. у нормі 1,6 дм³/га. Проти однорічних і багаторічних злакових і дводольних бур'янів застосовують гербіцид Тітус 25, в.г. (40-50 г/га + ПАР «Тренд-90»). Обробку проводили у фазу кушіння однорічних злакових бур'янів і за висоти багаторічних 10-15 см. Облік урожаю качанів проводили у III декаду липня – I декаду серпня.

Збірне поле пасльонових овочевих культур: перець солодкий та баклажан розсадні. Підготовка ґрунту – аналогічно попередній культурі, з тією відмінністю, що весняну частину робіт (боронування, 2 культивації) проводили на 10-14 діб пізніше. Перед садінням розсади працювали

грунтовим гербіцидом – Трефлан 48, к.е. (3,6 дм³/га), також коріння розсади замочували у розчині Актара 25 WG, в.г. (2 г/1 дм³ води/250 рослин). Садіння розсади висотою 10-12 см у ґрунт зволожений до 100 % НВ проводили вручну 02-05 травня за схемою 40+100x25 см (57,143 тис.шт./га, перець солодкий Альбатрос F1) та 40+100x33 см (43,290 тис.шт./га, баклажан Епiк F1) (фото – рисунок 2.15). Після садіння розсади – декілька приживлювальних поливів, через 6-8 днів – ревізія та підсаджування загиблих рослин (як правило – 5 – 7 %).



Рисунок 2.15 – Садіння розсади баклажану, КДДС, 03.05.2010 р.

Середньозважена норма мінеральних добрив на врожайність плодів 50 т/га складала N₁₈₀P₇₀K₁₇₅Ca₇₀Mg₂₀. При садінні локально вносили N₄₅P₄₅K₄₅, решту – з поливною водою методом фертигації протягом вегетації. З добрив використано аміачну та калійну селітри, ортофосфорну кислоту, нітрат кальцію, нітроамофоску, також проводили позакореневі підживлення Нутривант Плюс[™] пасльоновий, РР Гуміфілд, в.г., мікродобрив Wuxal Ca та Wuxal Борон. За вегетаційний період проведено два ручних міжрядних обробітки та прополювання в рядках, гербіцидні препарати – не застосовували. Фунгіцидний захист – Ридоміл Голд, МЦ 68 WG, в.г. (2,5 кг/га) та Квадріс 250 SC к.с. (0,6 дм³/га) (чергування), інсектицидний –

Актара 25 WG, в.г. (0,1 кг/га). Збір плодів та облік урожаю досліджуваних культур проводили вручну через кожні 5-7 днів після настання технічної стиглості.

Соя на насіннєві цілі. В III декаді жовтня – дискування (БДН 1,3) з частковим заробленням рослинних решток у ґрунт та зяблева оранка на 27-30 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). У I-II декаді квітня – культивуація на глибину 10-12 см, перед посівом – культивуація на глибину висіву. Посів насіння вручну сорту Оксана, обробленого інокулянтном АБМ (20 г/10 кг насіння), з 23.04 по 28.05. відповідно до схеми досліджу. Одночасно з посівом – локальне внесення нітроамофоски 17:17:17 – 265 кг/га ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Після посіву – обробка ґрунтовим гербіцидом Дуал Голд 960 ЕС к.е. у нормі 1,6 дм³/га. Підживлення з поливною водою методом фертигації – $N_{50-70}P_{20-25}K_{35-40}$ протягом вегетаційного періоду, + двічі позакореневе підживлення Plantafol 20:20:20 (1,5 + 1,0 кг/га). Гербіцидний захист: Центуріон, к.е. + ПАВ Аміго (0,4 л/га + 1,2 дм³/га) та Базагран, в.р. (1,5-3,0 дм³/га), інсектицидний захист: Борей, с.к. (0,13-0,14 дм³/га) та Колосаль Про, к.м.е. (0,4-0,6 дм³/га). У період досліджень явних ознак хвороб рослин сої не зафіксовано. Облік урожаю – за досягнення вологості бобів 14-16 % (I-II декади вересня).

Буряк цукровий. Після збирання пасльонових культур – дискування (лущення) (БДН 1,3) та поглиблена зяблева оранка – 33-35 см (Т-150 К + ПН-4-40). Рано навесні – боронування зябу (БДВ-1,8), потім – культивуація (КРН-4,2) на глибину 12-14 см. Висівали насіння різних гібридів буряка цукрового відповідно до схем дослідів, попередньо оброблене Табу, КС (15 мл/1 кг), у період з 28.03 по 12.04 (залежно від погодних умов). Під ранньовесняну культивуацію вносили $N_{60}P_{25}K_{15}$, з поливною водою протягом вегетації – $N_{85-110}P_{25-30}K_{65-80}S_{40-50}$. Догляд за рослинами складався із 2-3 різноглибинних культивуацій міжрядь. Середньозважена норма удобрення за роки досліджень – $N_{155}P_{50}K_{90}S_{45}$. Види застосовуваних добрив – аміачна і калійна селітри, сульфат амонію, сечовина, ортофосфорна кислота. Гербіцидний захист: після посіву ґрунтовий препарат Дуал Голд 960 ЕС к.е.

у нормі 1,6 дм³/га, страхові – Беталан Експерт, к.е. (двічі, 1,0 дм³/га), Центуріон, к.е. (0,5-0,8 дм³/га + ПАР «Аміго» 2,0), Лонтрел Гранд, в.г. (0,15 кг/га), Зеллек Супер, к.е. (0,75-1,0 дм³/га). Фунгіцидний захист: Байлетон 25, з.п. (0,6 кг/га); Топсін М 70 % (1,5 дм³/га). Інсектицидний захист: Карате Зеон 050 CS, мк.с. (0,15 дм³/га), Нурел Д, к.е. (0,8 дм³/га). Збирання коренеплодів – суцільним методом відповідно до схем дослідів (два строки – 20.09 та 21.10, на КДДС – 21.10).

Кукурудза на зерно. Після збирання попередника – дискування в один слід (МТЗ-82 + АГД-2,5), зяблева оранка на глибину 25-27 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). Навесні – ранньовесняне боронування (ІІІ декада березня, МТЗ-82 + БЗС-1,0) та передпосівна культивування (ІІ декада квітня, МТЗ-82 + КПСу-4,2). Посів – на глибину 4,5-5,0 см 24.04-28.04 за схемою 70+70 х 15 см (95,238 тис. шт./га) з одночасним внесенням нітроамофоски 17:17:17 – 200 кг/га (N₃₄P₃₄K₃₄). Після посіву – обробка ґрунтовим гербіцидом Харнес 90 к.е. у нормі 2,5 дм³/га. У якості страхових гербіцидів застосовували Пріма, 911 SE с.е. (0,6 дм³/га). Інсектицидний захист: протруювання насіння Табу, в.р.к. (5,5 кг/т), обприскування посівів Штефесін 2,5 %, к.е. (0,7 дм³/га), фунгіцидний – протруювання насіння Вітавакс 200 ФФ (3,0 дм³/т). Середньозважена норма удобрення за роки досліджень – N₁₇₅P₆₀K₈₀Ca₄₀S₄₀. Види застосовуваних добрив – аміачна, калійна та кальцієва селітри, ортофосфорна кислота + позакореневе підживлення Гуміфілд, в.г. (0,2 кг/га). Облік урожаю – за досягнення вологості зерна 14-16 % (І-ІІ декади вересня).

Цибуля ріпчаста. За відростання бур'янів (10-12 см) провели обробку гербіцидом суцільної дії Раундап, в.р. у нормі 6 дм³/га. Через 14-16 днів – лушення стерні дисковими боронами на глибину 10 см, через 12-15 днів проводили повторне лушення плугами-лушильниками ППЛ-10-25 на глибину 12-18 см. Через 14 днів провели поглиблену зяблеву оранку на 28-30 см, у жовтні проводили чизелювання на глибину 16-18 см. Рано

навесні – боронування легкими або середніми зубовими боронами (у два сліди), безпосередньо перед посівом – коткування (вручну). Висівали протруєне насіння (ТМТД, ТСК – 6 мл./кг, Табу, в.р.к. – 5 мл./кг) ранньостиглого гібриду Sierra Blanca F1 у період 29.03-08.04 (залежно від погодних умов).

Схема гербіцидного захисту включала:

1. Раундап, в.р. – 6 дм³/га по вегетуючих кореневищних бур'янах після збирання попередника;
2. Після сівби, до сходів культури – Стомп 330, к.е. – 3-4 дм³/га;
3. Відразу ж після масових сходів – Стомп 330, к.е. – 3-4 дм³/га;
4. Перший справжній листок – Гоал 2Е, к.е. – 0,05 дм³/га;
5. Починаючи з фази 2-3-го листка культури проти злакових бур'янів посіви обробляли гербіцидами Тарга Супер к.е. – 1,5 дм³/га, Фюзілад Супер 125ЕС, к.е. – 1,5 дм³/га, Шогун 100 ЕС, к.е. – 0,7 дм³/га, Центуріон, к.е. – 0,4 дм³/га; проти дводольних бур'янів Старане 250, к.е. – 1,0 дм³/га, Тотріл 225ЕС, к.е. – 1,5 л/га, повторюючи обробки через 7-10 днів поступово збільшуючи норму внесення.

Для профілактики хвороб застосовували фунгіциди: перші обробки Альетт, з.п. (1,5-2,0 кг/га), для подальших Акробат МЦ з.п. (2 кг/га) і Ридоміл Голд МЦ 68WG, в.г. (2,5 кг/га) або Ордан, з.п. (3 кг/га). В частині захисту посівів від шкідників використовували такі інсектицидні препарати як: Конфідор 200 SL в.р.к. – 0,4 л/га, Карате Зеон 050 CS, мк.с. – 0,1 л/га та Енжіо 247 SC, к.с. – 0,18 л/га. При посіві вносили локально (у зону майбутніх рядків) нітроамофоску 16:16:16 – 312 кг/га (N₅₀P₅₀K₅₀). Частину розрахункової кількості добрив, що залишилася, вносили впродовж вегетаційного періоду з поливною водою: 80 % азотних добрив починаючи з фази 1-2 справжнього листка і до формування цибулин, а 20 % – під час формування цибулин. Фосфорні і калійні добрива вносили впродовж всього періоду вегетації. Норми їхнього внесення збільшували з фази інтенсивного

наростання листків – до початку формування цибулин. Середньозважена норма удобрення за роки досліджень – $N_{190}P_{90}K_{90} Ca_{30}S_{30}$. Проводили позакореневі підживлення: чотири обробки суспензією «Wuxal Microplant» ($1,0 \text{ дм}^3/\text{га}$) у фазу активної вегетації рослин і одна обробка суспензією «Wuxal Ca» ($3,5 \text{ дм}^3/\text{га}$) перед виляганням пера.

Збирання цибулі ріпчастої проводили, коли листя втратило тургор, і не менше 75 % його вилягло, цибулини цілком сформовано, а зовнішні луски починають підсихати (ІІІ декада липня – І декада серпня).

Кавун. Після збирання попередника – дискування (лушення) (БДН 1,3) та зяблева оранка на глибину 28-30 см (МТЗ-82 + ПЛН-3-35). Навесні – боронування зябу (БДВ-1,8), потім – 2 культивації (КПСу-4,2) на глибину 12-14 см та 10-12 см, друга – з одночасним боронуванням. За 5-7 днів до посіву вносили ґрунтовий гербіцид Трефлан 48, к.е. ($2,0 \text{ дм}^3/\text{га}$) із подальшим його загортанням у ґрунт. Посів кавуна сорту Княжич проводили 06-12 травня (за температури ґрунту на глибині 10 см на рівні $12-14^{\circ}\text{C}$) згідно схеми досліду ($1,4 \times 0,7 \text{ м}$, $1,4 \times 1,1 \text{ м}$, $1,4 \times 1,4 \text{ м}$) з укладанням ПТ у кожний рядок. Тукосуміш $N_{30}P_{40}K_{20}$ вносили при посіві локально у рядки на варіантах удобренням. Догляд за рослинами включав 3-4 міжрядних розпушувань (культиватор КНБ-5,4 обладнаний пристроєм для відведення стебел у бік ряду), прополювання бур'янів у рядку виконували вручну. Інсектицидний захист включав профілактичні обробки Фуфанон 570, к.е. ($0,4 \text{ дм}^3/\text{га}$) та Штефесін 2,5 %, к.е. ($0,5 \text{ дм}^3/\text{га}$), а фунгіцидний – Превікур 607 СЛ, в.р. ($2,0 \text{ дм}^3/\text{га}$). Система удобрення – згідно схеми досліду (без добрив та $N_{60}P_{90}K_{60}$). Плоду кавуна збирали та обліковували вручну після досягнення фізіологічної стиглості, яку визначали за ступенем засихання плодоніжки і вусика біля неї, інтенсивністю забарвлення і блиском, за своєрідним восковим нальотом на поверхні плоду, глухим звуком під час постукування по плоду.

Висновки до розділу 2.

1. Ґрунтові умови Степової зони України є в цілому задовільними, проте досить різноманітними за своїми властивостями та продуктивністю, що потребує диференційованого підходу до ведення зрошуваного землеробства. Насамперед, це стосується режимів зрошування та удобрення, якості поливної води, способів та техніки поливу, які значною мірою визначають ефективність зрошування сільськогосподарських культур.

2. Ґрунтові умови дослідних ділянок за морфологічними, фізичними, агрохімічними та фізико-хімічними показниками є типовими, репрезентативними та задовільними для вирощування просапних сільськогосподарських культур польової сівозміни. Для реалізації природного ресурсного потенціалу чорнозему звичайного малогумусного, чорнозему осолоділого та темно-каштанового ґрунтів необхідно використовувати зрошення і удобрення, як основні фактори інтенсифікації.

3. Відповідно до чинних нормативних документів, поливна вода стаціонару КДДС ІВПіМ НААН – обмежено придатна для зрошення (II класу якості), ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН – обмежено придатна (II класу якості) та ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН – придатна (I класу якості).

4. Часовий проміжок проведення польових досліджень (2006-2015 рр.) дозволив охопити різні роки за погодними умовами. Це, в свою чергу, дало підстави отримати більш об'єктивну інформацію з досліджуваних питань, а, отже, отримані результати можуть впроваджуватись в умовах зрошення Степу України.

5. Розроблення схем, закладання і проведення польових дослідів виконано у відповідності із загальнометодологічними принципами їх проведення, з урахуванням вимог до специфіки проведення таких дослідів в

умовах зрошення, у тому числі і краплинного, а також особливостей сільськогосподарських культур.

6. Агротехнології вирощування сільськогосподарських культур у польових дослідках були загальноприйнятими для умов краплинного зрошення зони Степу України за виключенням досліджуваних факторів. Агротехнологічні операції виконували згідно вимог чинних нормативних документів. У дослідках використано районовані у зоні Степу України сорти та гібриди сільськогосподарських культур, а також пестициди та агрохімікати, які внесено до «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [439].

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОСАПНИМИ КУЛЬТУРАМИ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

3.1 Особливості проведення польових досліджень в умовах краплинного зрошення та удосконалення існуючих методик

Основні методичні вимоги до проведення польових досліджень в умовах краплинного зрошення відповідають тим же вимогам, які розроблено для незрошуваних умов та для умов зрошення дощуванням [131, 127, 176, 374, 371, 385, 373, 375, 387, 394, 432, 563, 611, 612]:

- дотримання принципу єдиної логічної відміни;
- типовість досліду;
- проведення досліду на спеціально виділеній ділянці з відомою історією (придатність умов для проведення досліду);
- доцільність проведення досліду;
- облік урожайності та визначення достовірності різниць і точності досліду.

Поряд з цим, при проведенні польових технологічних дослідів в умовах краплинного зрошення нами виділено ряд особливостей, які визначаються специфікою цього способу поливу, зокрема локальною водоподачею. Серед них слід назвати такі основні:

1. Незрошувані варіанти досліду (як правило – контрольні) розміщують від зрошуваних варіантів на відстані не менше 5 м, що пов'язано із впливом краплинного зрошення на температуру і вологість повітря приземних шарів повітря.

З метою уточнення цієї методичної вимоги нами було проведено спеціальний дослід на стаціонарі Кам'янсько-Дніпровської ДС ІВПіМ НААН (Ромашенко М.І., Шатковський А.П., Яцюк З.Ф., 2006, [381, 678]). Використані в досліді добові гігрографи типу М-21А та термографи типу М-16АС було встановлено над ПТ, на відстані 2,5; 5,0 та 10,0 м від ПТ на висоті 0,1 м над поверхнею ґрунту. Вимірювання проводили у безвітряну погоду після проведення поливу нормою $150 \text{ м}^3/\text{га}$ у чотириразовій повторності (у часі) о 08:00 годині ранку. Встановлено, що вплив краплинного зрошення на мікроклімат нівелюється на відстані 5 м (рисунок 3.1).

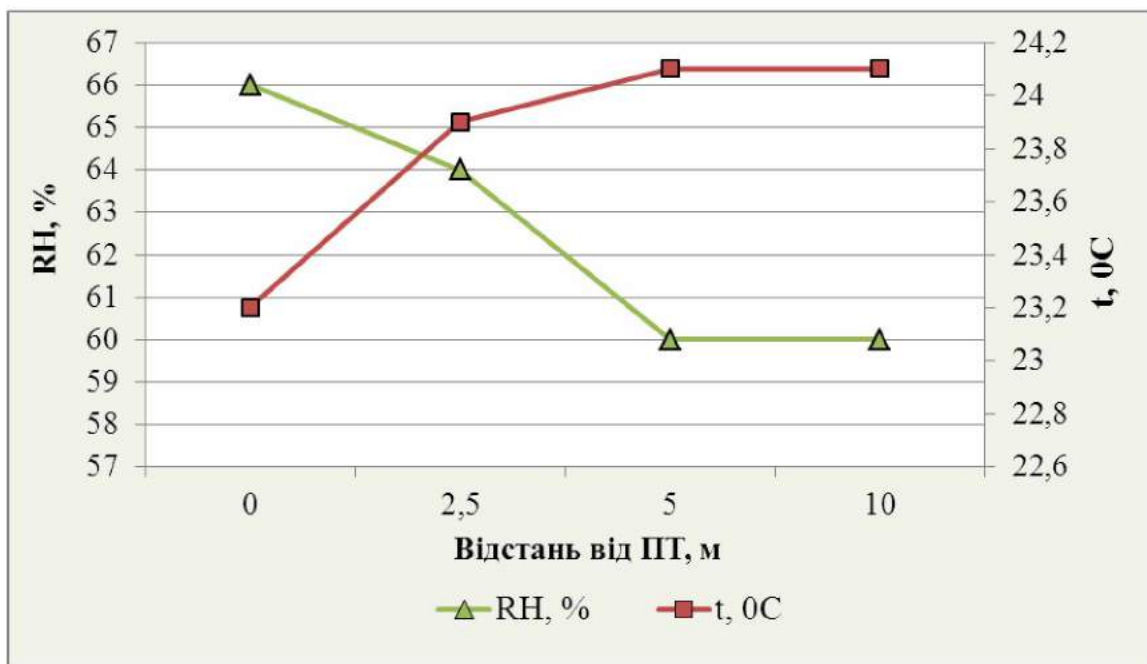


Рисунок 3.1 – Зміни температури ($t, ^\circ\text{C}$) та відносної вологості повітря (RH, %) на висоті 0,1 м після поливу ($m=150 \text{ м}^3/\text{га}$) залежно від відстані від краплинного поливного трубопроводу (0 – 2,5 – 5,0 – 10,0 м)

Таким чином, саме в цьому аспекті потребує уточнення методика [371], яка передбачає розміщення контрольного варіанту без зрошення на відстані не менше 50 м від зрошуваних варіантів дослідів.

2. Метод діагностування строків вегетаційних поливів обирають за такими основними критеріями: 1. оперативність, 2. точність.

3. достовірність. Загальновідомий і доступний термостатно-ваговий метод [69, 142] не у повній мірі відповідає критерію «оперативність», тому його слід застосовувати тільки як контрольний метод визначення вологості ґрунту.

3. Польові дослідження закладають на рівнинній та ретельно спланованій ділянці. У першу чергу, це стосується досліджень, у яких використовують краплинні трубопроводи з крапельницями без компенсації тиску, оскільки тип рельєфу впливає на витрати крапельниць, що, у свою чергу, позначається на результатах досліджень.

4. Дотримання принципу єдиної логічної відміни не має призводити до обмеження умов, за яких той чи інший фактор може проявити свій максимальний ефект. У першу чергу, це стосується густоти рослин, кількості міжрядних обробітків ґрунту та системи введення добрив і хімрегентів з поливною водою.

Густота рослин за варіантами дослідження, як на контрольному (без зрошення), так і на зрошуваних варіантах, повинна забезпечувати максимальну продуктивність рослин. Наприклад, за вивчення рівнів передполивної вологості ґрунту для кукурудзи на зерно оптимальна густота рослин на зрошуваних варіантах складає 75-95 тис. рослин/га, у той час як у варіанті без зрошення – 35-45 тис. росл./га. Те ж саме стосується і проведення міжрядних обробітків ґрунту та схеми внесення добрив і хімічних реагентів: проведення цих агроприйомів буде різнитися в зрошуваних і незрошуваних умовах.

5. Для проведення спостережень за рівнем підґрунтових вод закладають мережу свердловин.

6. Для обліку об'ємів зрошувальної води у розрізі варіантів дослідження використовують лічильники холодної води різних типів та конструкцій. Лічильники перед початком проведення досліджень мають бути опломбовані та повірені.

У методичному плані нами також вивчено питання вибору оптимальної площі дослідних ділянок під ту чи іншу просапну сільськогосподарську культуру в умовах краплинного зрошення.

Встановлено, що розмір (площа та співвідношення сторін) елементарної дослідної ділянки залежить від таких факторів: виду досліду, мети і завдань досліджень, виду культури, рівня механізації, варіювання родючості ґрунту. Для прикладу, у дослідях із вивчення систем удобрення та схем сівби розмір дослідних ділянок може варіювати у межах 50-150 м², а у дослідях з вивчення глибини і способів обробітку ґрунту із застосуванням широкозахватних машин площа ділянки збільшується до 200-300 м². У значній мірі на розмір дослідної ділянки впливає і вид культури: чим менша площа живлення рослини, тим менша і площа ділянки. У виробничо-польових дослідях площа ділянки повинна забезпечувати проведення більшості робіт механізованим способом. Разом з тим, встановлено, що при проведенні дрібноділянкових дослідів проявляється значне коливання врожайності за повторностями, що знижує достовірність одержаних даних.

Встановлено, що для переважної більшості просапних сільськогосподарських культур в умовах краплинного зрошення точність досліду різко зростає із збільшенням площі елементарних ділянок до 80-120 м². За експериментальними даними власних багаторічних польових дослідів та на основі узагальнення даних профільних науково-дослідних установ Національної академії аграрних наук України (ІЗЗ НААН, ІОБ НААН, ННЦ «ІА ім. О.Н. Соколовського» НААН) для основних просапних сільськогосподарських культур нами рекомендовано площі облікових ділянок у дослідях з використанням краплинного способу поливу (таблиця 3.1) [381]:

Таблиця 3.1 – Рекомендовані площі облікових ділянок для просапних сільськогосподарських та лікарських культур в умовах краплинного способу поливу [381]

№ з/п	Сільськогосподарська (лікарська) культура	Площа облікової ділянки (не менше), м ²
1	Арахіс	18
2	Баклажан	18
3	Буряк столовий	10
4	Буряк цукровий	10
5	Валеріана лікарська	15
6	Гарбуз	45
7	Диня	35
8	Ехінацея пурпурова	15
9	Кабачок	35
10	Кавун	50
11	Капуста білоголова	18
12	Картопля	16
13	Кукурудза зернова	30
14	Кукурудза цукрова	30
15	Морква	5
16	Огірок	10
17	Патисон	45
18	Перець солодкий	18
19	Перець гіркий	18
20	Редис	5
21	Салат розсадний	7
22	Соняшник	40
23	Соя	18
24	Томат	18
25	Цибуля ріпчаста	5
26	Часник ярий та озимий	5
27	Шоломниця байкальська	15

Весь комплекс досліджень, пов'язаних із вивченням різних аспектів краплинного зрошення, можливо умовно розділити на два напрями: технічний і технологічний. У частині технологічного напрямку досліджень основними факторами вивчення є:

- режими краплинного зрошення та процеси водоспоживання сільськогосподарських культур;
- строків, норм і доз внесення добрив, пестицидів, регуляторів росту та хімічних реагентів з поливною водою;
- впливу локального зволоження, удобрення та води різної якості на властивості ґрунтів;
- закономірностей та особливостей формування зон зволоження ґрунтів;
- методів призначення строків вегетаційних поливів;
- схем укладання краплинних трубопроводів, схем висіву (садіння) рослин;
- реакції сортів і гібридів сільськогосподарських культур на розроблені технології краплинного зрошення шляхом проведення сортовипробування тощо.

3.2 Удосконалення методичних підходів до побудови типових схем дослідів з вивчення режимів краплинного зрошення та процесів водоспоживання

Ключовим фактором, який є основою формування режиму зрошення та водоспоживання рослин в умовах зрошення є рівень передполивної вологості ґрунту (РПВГ).

Дослідження впливу РПВГ на комплекс параметрів є також найбільш поширеним фактором під час закладання і проведення польових дослідів в умовах краплинного зрошення.

З метою отримання повноцінної кривої відгуку на однофакторний дослід його закладають за повною схемою. Тобто, потенційна схема повинна мати всі градації фактору, які відповідають трьом областям кривої відгуку – лімітуючій, стаціонарній та інгібуючій. Застосування такого підходу дасть змогу у ході виконання експерименту виявити оптимальні варіанти і ті, у яких ефект лише виявляється або пригнічується. Останнє є необхідною умовою для запобігання застосуванню надмірних норм зрошення.

Важливим тут є вибір кроку експерименту, який має бути достатнім аби «не випали» проміжні потенційно оптимальні варіанти і «не надійшли» непотрібні варіанти. Тобто, крок експерименту має задовольняти умову, за якої різниця між варіантами перевищує помилку досліду і забезпечує ймовірність виявити різницю, характерну для цих умов.

Нашими дослідженнями встановлено, що для більшості просапних сільськогосподарських культур лімітуюча область кривої відповідає варіантам досліду з РПВГ від 60 до 70 % НВ і варіанту без зрошення (контролю), стаціонарна область (зона оптимуму) – від 75 до 90 % НВ та інгібуюча область (надлишкова зона) – від 95 % НВ до повної вологомісткості ґрунту. Разом з тим, до схеми досліду обов'язково необхідно включати від 2 до 4-х варіантів з диференційованими РПВГ за фазами розвитку рослин, які, як свідчать дані досліджень, у більшості випадків є потенційно оптимальними варіантами досліду.

Наприклад, за вивчення впливу РПВГ на процеси водоспоживання та продуктивність перцю солодкого розсадного (Шатковський А.П., 2010-2014 рр.) [642, 655] схема однофакторного досліду мала такий вигляд:

1. без зрошення (контроль);
2. 70 % від НВ ґрунту;
3. 80 % від НВ ґрунту;
4. 90 % від НВ ґрунту;
5. 95 % від НВ ґрунту;

6. 90 % від НВ у період «садіння розсади» - «початок плодоутворення» та 80 % від НВ у період «плодоутворення – кінець вегетації»;

Такий набір варіантів польового досліду дає можливість визначити оптимальні РПВГ з точки зору витрат ресурсів на одиницю продукції (рисунок 3.2):

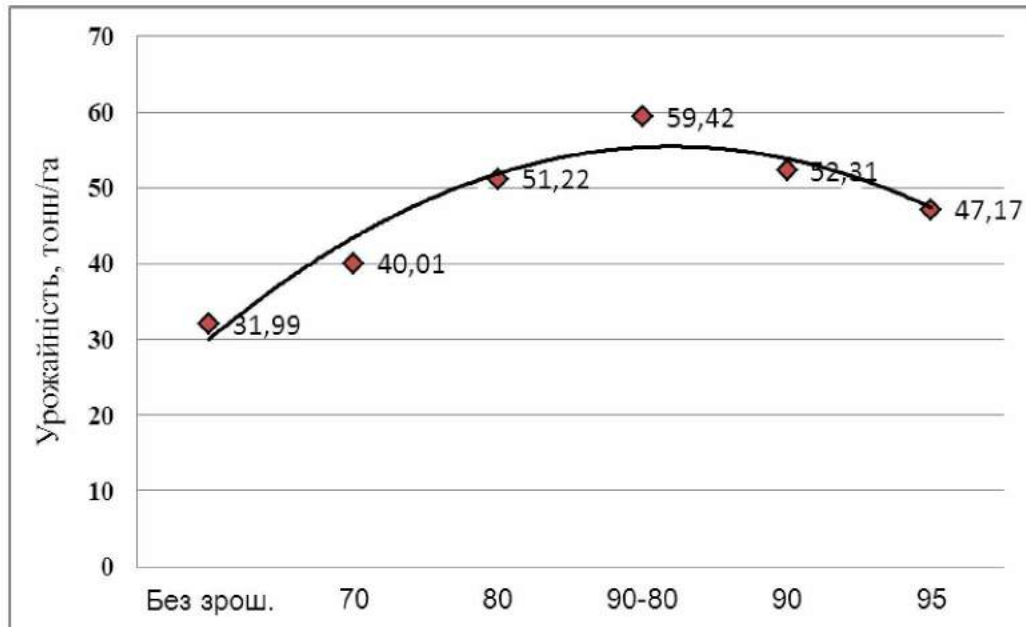


Рисунок 3.2 – Крива відгуку на однофакторний дослід з вивчення РПВГ за краплинного зрошення перцю солодкого розсадного (КДДС, 2010-2014 рр.)

У зоні Степу України до схем досліду із вивчення РПВГ за краплинного зрошення крім абсолютного контролю (без зрошення) доцільно включати варіанти з частковим зволоженням. Це можуть бути варіанти з одним або декількома допосівними поливами, післяпосівними поливами, варіанти із досходовими поливами або поливами у критичну фазу розвитку рослин тощо. Технологічна реалізація таких варіантів досить проста, але всі вони інформаційно доповнюють дані щодо достовірної реакції культури (сорту або гібриду) на досліджуваний фактор – РПВГ в певних умовах. Обов'язковим є також введення до схеми досліду «еталонного» або «рекомендованого» варіанту, який в цих умовах є загальноприйнятим у практиці зрошення або рекомендований науково-дослідними установами.

Ще одним напрямом у дослідженні РПВГ є експериментальне визначення «критичних періодів» росту і розвитку рослин щодо вологозабезпечення, т. б. періодів у які навіть незначне зниження вологості ґрунту за межі оптимального діапазону призведе до значних втрат урожаю. З цією метою у схемі досліду передбачають ряд диференційованих за РПВГ варіантів, у яких буде занижено передполивний поріг у різні фази розвитку рослин. Під час складання таких схем слід враховувати потенційний критичний період, який для більшості просапних сільськогосподарських культур припадає на період формування (закладання) органів плодоношення та передує або збігається із фазою цвітіння.

3.3 Удосконалення класифікації систем краплинного зрошення сільськогосподарських культур

Зростання попиту на краплинне зрошування, розширення видового складу зрошуваних цим способом сільськогосподарських культур, що має місце в останні роки, сприяло удосконаленню технічних засобів краплинного зрошення і знайшло своє відображення в різноманітних конструкціях цих систем.

На першому етапі становлення і розвитку краплинного зрошення в Україні вченими Інституту гідротехніки і меліорації УААН (нині – ІВПіМ НААН) (Ромашенко М.І., Драгомирецький І.В., Каленіков А.Т. [497, 498, 529]), було запропоновано перший базовий варіант класифікації СКЗ.

Нами, на основі аналізу та узагальнення інформації щодо наявності та застосування сучасних конструкцій СКЗ, запропоновано удосконалену класифікацію СКЗ сільськогосподарських культур, яку опубліковано у ряді нормативних документів, навчальному посібнику, монографії (ДСТУ 7934:2015 Зрошення. Системи мікрозрошення. Класифікація [220], Посібник до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи і споруди» [550],

навчальний посібник «Краплинне зрошення» [293], книга «Меліорація ґрунтів. Систематика, перспективи, інновації» [370]).

Системи краплинного зрошення запропоновано класифікувати за такими основними конструктивними ознаками:

- принципом водоподачі;
- характеристиками водовипусків, що застосовують;
- розміщенням краплинних водовипусків на поливному трубопроводі;
- конструктивними особливостями мережі зрошення;
- терміном функціонування;
- характеристикою водоподачі;
- характеристикою джерела зрошення;
- ступенем автоматизації;
- співвідношенням інтенсивності водоподачі та водоспоживання рослин.

1. За принципом водоподачі системи краплинного зрошення класифікують на:

- поверхневого краплинного зрошення;
- підґрунтового краплинного зрошення;
- краплинно-ін'єкційного зрошення;
- краплинно-імпульсного зрошення.

До поверхневих СКЗ відносять ті системи, в яких краплинні трубопроводи розміщено на поверхні ґрунту, над поверхнею ґрунту (на опорній системі) або на глибині до 5 см.

До підґрунтових СКЗ відносять ті системи, в яких краплинні поливні трубопроводи розміщено на глибині основної маси розвитку кореневої системи рослин. Як правило, для просапних сільськогосподарських культур така глибина дорівнює 20-40 см.

Краплинно-ін'єкційне зрошення – різновид краплинного зрошення, за якого поливну воду через мережу поливних трубопроводів за допомогою трубок-ін'єкторів подають в кореневмісний шар ґрунту.

Краплинно-імпульсне зрошення – різновид краплинного зрошення, за якого поливну воду накопичують в гідропневмоакумуляторах і виплескують через імпульсні краплинні водовипуски.

2. За характеристиками застосовуваних краплинних водовипусків:

– з регульованою витратою (характеризується постійною витратою поливної води в певному діапазоні зміни робочого тиску);

– з нерегульованою витратою (витрата поливної води є функцією робочого тиску в поливному трубопроводі).

3. За розміщенням краплинних водовипусків на поливному трубопроводі:

– з розміщенням інтегрованих крапельниць всередині поливного трубопроводу;

– з розміщенням врізних крапельниць на зовнішній поверхні поливного трубопроводу.

4. За конструктивними особливостями мережі зрошення:

– одномодульні;

– багатомодульні.

Поливний модуль СКЗ – частина поливної мережі, на якій не застосовують водообіг (ДСТУ 4930:2008 [489]).

5. За терміном функціонування:

– стаціонарні (СКЗ, які не потребують демонтажу в кінці поливного сезону);

– стаціонарно-сезонні (СКЗ, на яких основна частина технічних засобів не потребує демонтажу, а інша частина потребує щорічних монтажних та демонтажних робіт, а також витрат на зберігання);

– сезонні (СКЗ, на яких основна частина технічних засобів потребує щорічних монтажних та демонтажних робіт, а також витрат на зберігання).

Застосовують сезонні системи, в основному, для зрошування овочевих, баштанних культур, картоплі, а також просапних культур польової сівозміни).

6. За характеристикою водоподачі:

– самонапірні (СКЗ, в яких геодезичний напір джерела зрошування забезпечує необхідний робочий тиск без допомоги насосно-силового обладнання);

– з гідромеханічною подачею поливної води (СКЗ з примусовою водоподачею у магістральний трубопровід за допомогою насосно-силового обладнання для забезпечення необхідного робочого тиску).

7. За характеристикою джерела зрошування:

– з водозабором із відкритих природних джерел (річки, озера, лиману);

– з водозабором із відкритих штучних джерел (каналу, ставка, водосховища);

– з водозабором із закритих штучних джерел (артезіанської свердловини, шахтного колодязя);

– з водозабором із закритих напірних трубопроводів.

8. За ступенем автоматизації:

– автоматичні (СКЗ, в яких всі технологічні операції виконуються автоматично);

– автоматизовані (СКЗ, в яких всі технологічні операції автоматизовані частково і виконуються за певною програмою);

– з ручним управлінням (СКЗ, в яких всі технологічні операції з керування системою здійснює оператор у ручному режимі).

9. За відношенням інтенсивності водоподачі до водоспоживання сільськогосподарських рослин:

– абсолютно синхронні (СКЗ, в яких водоподача протягом всього вегетаційного періоду цілодобово відповідає фактичному водоспоживанню сільськогосподарських культур. Системи потребують безперервного

керування та регулювання водоподачею, що досягають за допомогою складних технічних засобів. Інтенсивність водоподачі у години максимального добового водоспоживання зростає у 2-3 рази, порівняно з середньодобовим, що потребує збільшення пропускної здатності трубопровідної мережі);

– синхронні у добовому циклі (СКЗ, в яких водоподачу виконують відповідно до середньодобового водоспоживання сільськогосподарських культур);

– напівсинхронні (СКЗ, в яких добову норму водоспоживання сільськогосподарських культур компенсують з певною періодичністю протягом доби);

– періодичні (в яких сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур компенсують з певною періодичністю).

Оскільки технічно важко витримати всі необхідні умови для компенсації добового фактичного водоспоживання, на практиці найчастіше застосовують періодичні системи, поливи в яких здійснюють через певний проміжок часу (міжполивний період).

Згідно з представленою класифікацією на сьогодні в Україні в овочівництві відкритого ґрунту найбільше застосовуються (до 80 % від загальної кількості СКЗ) системи з такими характеристиками: періодична, багатомодульна, сезонна або сезонно-стаціонарна система поверхневого краплинного зрошення з інтегрованими плівковими трубопроводами з нерегульованими водовипусками, ручним керуванням і гідромеханічною водоподачею води. Стосовно джерела зрошення, то тут немає якогось очевидного пріоритету, оскільки вибір залежить від конкретних умов проектування: якість води джерела зрошення, дебіт (витрата) вододжерела, а також його динаміка впродовж поливного сезону, віддаленість вододжерела від проектної ділянки тощо.

Висновки до розділу 3.

1. Виділено головні методичні особливості проведення польових технологічних дослідів в умовах краплинного зрошення, які, насамперед, визначаються специфікою цього способу поливу. На основі даних спеціального дослідів встановлено, що вплив краплинного зрошення на мікроклімат (температуру t , °C та відносну вологість повітря RH, %) нівелюється на відстані 5 м. Це дає підставу для уточнення методики [371], яка передбачає розміщення контрольного варіанту без зрошення на відстані не менше 50 м від зрошуваних варіантів дослідів.

2. У методичному плані вивчено питання вибору оптимальної площі дослідних ділянок під ту чи іншу просапну сільськогосподарську культуру, розроблено методичні рекомендації щодо вибору площі облікових ділянок для просапних сільськогосподарських культур та лікарських рослин в умовах краплинного способу поливу.

3. Розроблено методичний підхід до визначення (набору) типових варіантів однофакторного дослідів, реалізація якого направлена на отримання залежностей «Водоспоживання – Врожайність» та визначення оптимального РПВГ з точки зору витрат ресурсів на одиницю продукції. Набір варіантів дослідів складається з трьох блоків, які послідовно відображають три області кривої відгуку на однофакторний дослід: лімітуючу, стаціонарну (оптимальну) та інгібуючу (надлишкову).

4. На основі аналізу та узагальнення інформації щодо наявності та застосування сучасних конструкцій СКЗ, запропоновано удосконалену класифікацію СКЗ сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 4

РЕЖИМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ТА ПРОЦЕСИ ВОДОСПОЖИВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

4.1 Режими краплинного зрошення

Ключовим елементом зрошення є поливний режим сільськогосподарських культур – сукупність кількості, строків на норм поливу [290, с. 88]. Основним завданням режимів зрошення, на думку О.М. Костякова [290, с. 88], є підтримання оптимального для сільськогосподарської культури водно-повітряного та поживного режимів ґрунту в певних кліматичних та агротехнологічних умовах вирощування. Головним завданням оптимізації режиму зрошення науковці (В.Р. Вільямс [97], О.М. Костяков [290], Гарюгін Г.О. [112, 113], Жовтоног О.І. [199, 200], Муромцев М.О. [404] та ряд інших) вбачали «зближення кривих» водоспоживання культури і водоподачі з метою недопущення дефіциту вологи в ґрунті або її надлишку. Найбільш сприятливі умови для реалізації оптимального рівня водоспоживання культури забезпечують системи краплинного зрошення (СКЗ), які набувають все більшого поширення в Україні для поливу просапних сільськогосподарських культур (овочевих, баштанних, картоплі, деяких зернових і технічних).

У відповідності зі змінами кліматичних (погодних), технічних та агротехнологічних умов режим зрошення сільськогосподарських культур схильний до значних коливань як за роками, так і за окремими періодами росту і розвитку рослин. Є три основні групи факторів, які впливають на формування режимів зрошення: *кліматичні* або *погодні* (температурний режим, освітлення, відновна вологість повітря, режимі та кількість видавання продуктивних опадів, вітер тощо), *едафічні* (умови ґрунтового середовища) та *антропогенні* (видовий і сортовий (гібридний) склад рослин, агротехнологічні умови, особливо – РПВГ, глибина і частка (для КЗ)

зволоження ґрунту, метод діагностування поливів, схема (у т.ч. густота) посіву (садіння) та укладання поливних трубопроводів, системи удобрення, обробітку та утримання ґрунту, а також технічні засоби зрошення). В умовах відкритого ґрунту перша група факторів є не керованою, друга – частково керованою і третя – повністю керованою. Серед значної кількості антропогенних чинників впливу на формування режиму зрошення сільськогосподарських культур ключова роль належить рівню передполивної вологості ґрунту (РПВГ). Під РПВГ ми розуміємо нижню межу оптимального діапазону вологості ґрунту для певного виду рослин, за якої подальше зниження вологозапасів різко порушує всі процеси життєдіяльності рослин і в подальшому призводить до втрат врожаю [219]. В свою чергу, оптимальним є діапазон вологості ґрунту верхнім значенням якого є найменша вологомісткість (НВ), а нижнім – передполивна вологість ґрунту. Передполивна вологість ґрунту залежить від виду культури і мети її вирощування, сорту (гібриду), фази розвитку та водно-фізичних та агрофізичних властивостей ґрунтового середовища (ДСТУ 7704:2015 Зрошення. Мікрозрошення. Терміни та визначення основних понять) [219]. Виходячи із цього, у 9 з 12 проведених нами польових агрономічних дослідів (75 %), досліджуваним фактором був саме РПВГ. Серед інших факторів, які також мали вплив на формування режимів краплинного зрошення с.-г. культур у дослідях були: схеми сівби (густина) рослин, строк збирання, гібридний склад, дози добрив та метод призначення строків поливу.

Отже, констатуємо, що у наших дослідженнях фактичний режим краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур формувався залежно від РПВГ і метеорологічних умов вегетаційного періоду окремого взятого року (періоду) досліджень, а також ряду інших вищеперерахованих антропогенних факторів впливу.

На основі експериментальних досліджень та отриманих даних, нами було усереднено кількість вегетаційних поливів та величини норм зрошення залежно від РПВГ у розрізі культур та років досліджень (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Усереднені параметри фактичних режимів краплинного зрошення
(кількість поливів – *n*, величини зрошувальних норм – *M*, м³/га) просапних сільськогосподарських культур
в умовах Степу України залежно від РПВГ (2006-2015 рр.)

№ з/п	РПВГ, % від НВ	Вид сільськогосподарської культури																		Середнє значення		
		картопля		кук.цукрова		перець		баклажан		соя		буряк цукр.		кук.зернова		цибуля		кавун				
		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	
1	60	3	860	7	1900	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	6	1380
2	65-75-70	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	17	625	17	625
3	70	4	950	15	2050	14	2180	12	1880	–*	–*	–*	–*	12	2700	12	2080	–*	–*	12	1975	
4	75	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	21	720	21	720
5	75-85	–*	–*	–*	–*	–*	–*	39	3295	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	39	3295
6	80-70	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	31	5400	29	4255	–*	–*	16	2540	–*	–*	25	4065	
7	80	8	1450	23	2510	38	3545	33	3240	–*	–*	–*	–*	24	3960	21	2830	–*	–*	25	2525	
8	85	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	31	4185	–*	–*	–*	–*	31	4185	
9	90-80	–*	–*	–*	–*	41	3475	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	41	3475	
10	90	27	1550	36	3260	68	3635	55	3505	–*	–*	–*	–*	47	4465	42	3340	–*	–*	49	3210	
11	95	–*	–*	46	3950	98	4580	95	4495	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	72	4375	

*Примітка – вказаний варіант дослідів не вивчали.

Виконавши математичну обробку даних щодо кількості вегетаційних поливів та норм зрошення (для с.-г. культур із однаковою тривалістю вегетаційного періоду) з використанням пакету програм «MS Excel» та застосувавши методи інтерполяції даних, нами отримано функціональні залежності «РПВГ – Кількість вегетаційних поливів» та «РПВГ – Зрошувальна норма» для умов краплинного зрошення зони Степу України (рисунки 4.1 – 4.2).

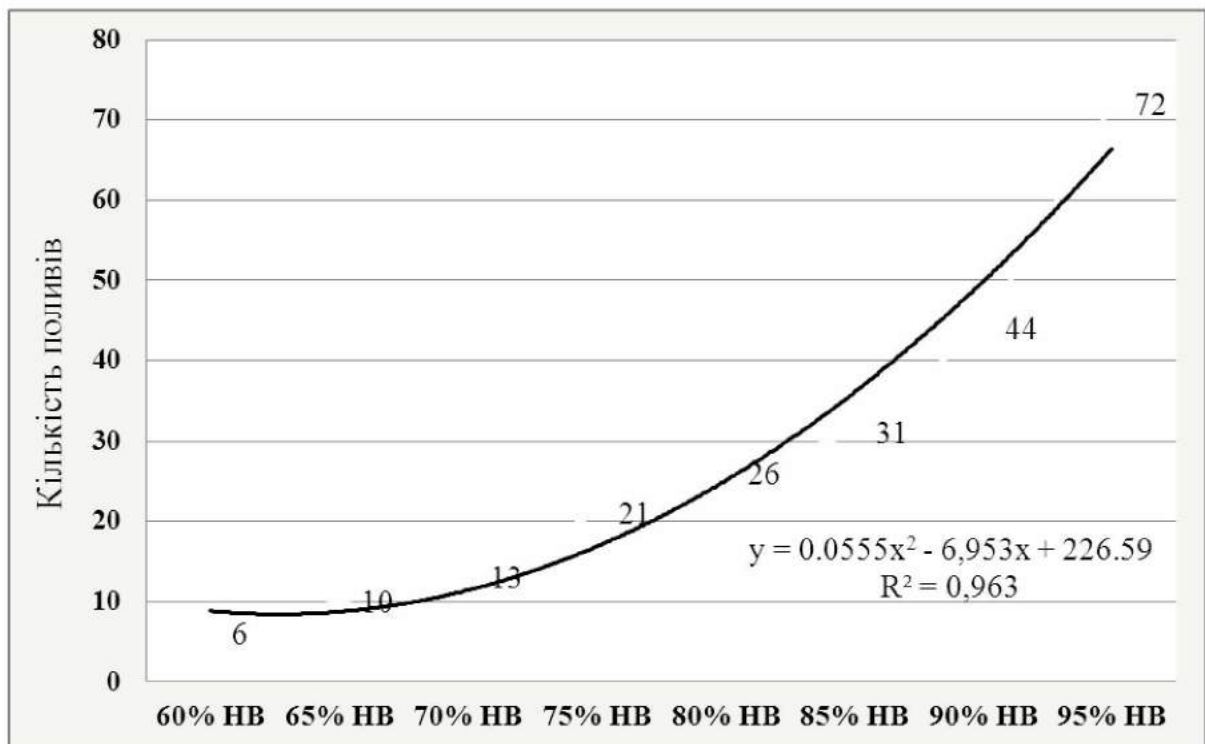


Рисунок 4.1 – Залежність «РПВГ – Кількість вегетаційних поливів» за краплинного зрошення просапних с.-г. культур (2006-2015 рр.)

Функціональна залежність «РПВГ – Кількість вегетаційних поливів» найбільш точно описується поліномом другого ступеня, за цього коефіцієнт детермінації R^2 наближається до 1 (становить 0,963), що свідчить про тісний взаємозв'язок між цими параметрами.

Слід відмітити певні закономірності змін кількості вегетаційних поливів зі зростанням передполивного порогу. За найбільш помірному режиму зволоження середня кількість поливів становила 6 шт., зростаючи із кожним наступним підвищенням РПВГ (+5 % від НВ) на 4 – 8 поливів. Більш різке зростання кількості вегетаційних поливів відмічено між варіантами з 80 та

85 % від НВ – з 31 до 44 шт., і особливо різко зросла кількість поливів за підтримання РПВГ 95 % від НВ – до 72 шт. Встановлені взаємозв'язки між n (кількістю поливів) та РПВГ в цілому відповідають фізичній суті процесів водоспоживання рослин та формування поливних режимів: підтримання більш високої вологості ґрунту потребує проведення поливів відносно невеликими нормами за одночасного скорочення міжполивних періодів. За цього сумарне водоспоживання рослин (як фізичне випаровування, так і транспірація) різко зростає, а співвідношення фактичної транспірації (T) до потенційно можливої (T_0) наближається до 1 ($\approx 0,83-0,87$).

Функціональна залежність «РПВГ – Зрошувальна норма» найбільш точно описується лінійним рівнянням, за цього коефіцієнт детермінації R^2 наближається до 1 (становить 0,9911), що свідчить про тісний взаємозв'язок між цими параметрами.

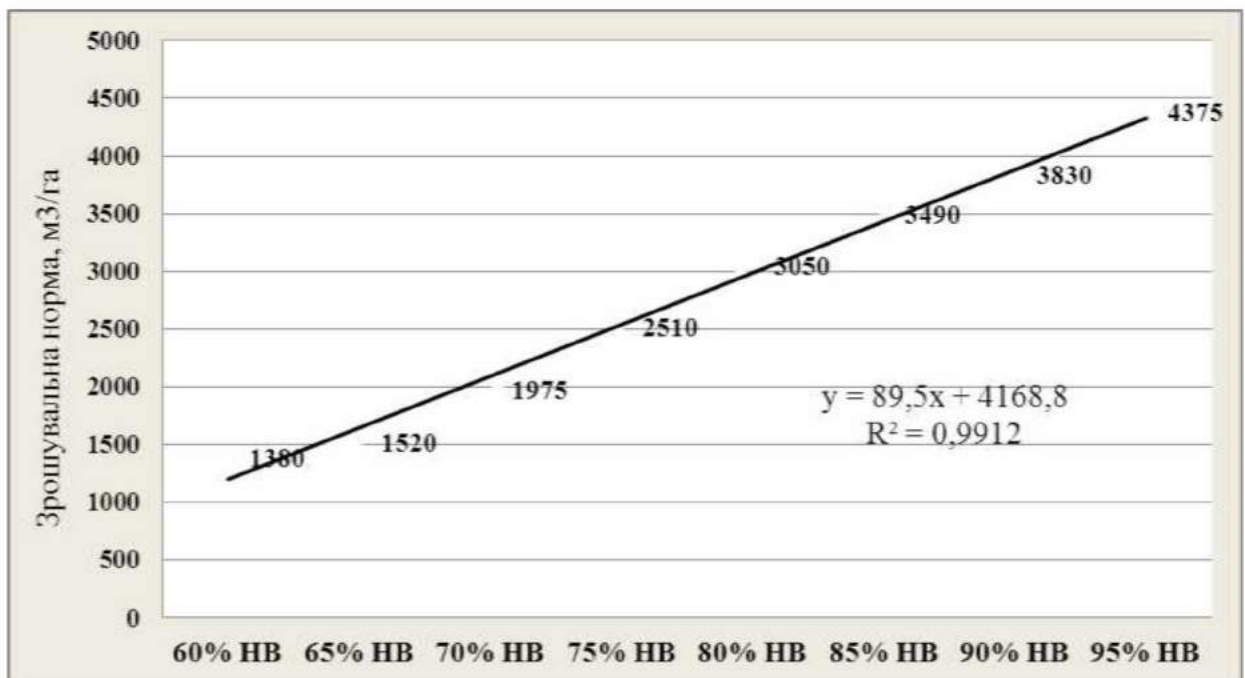


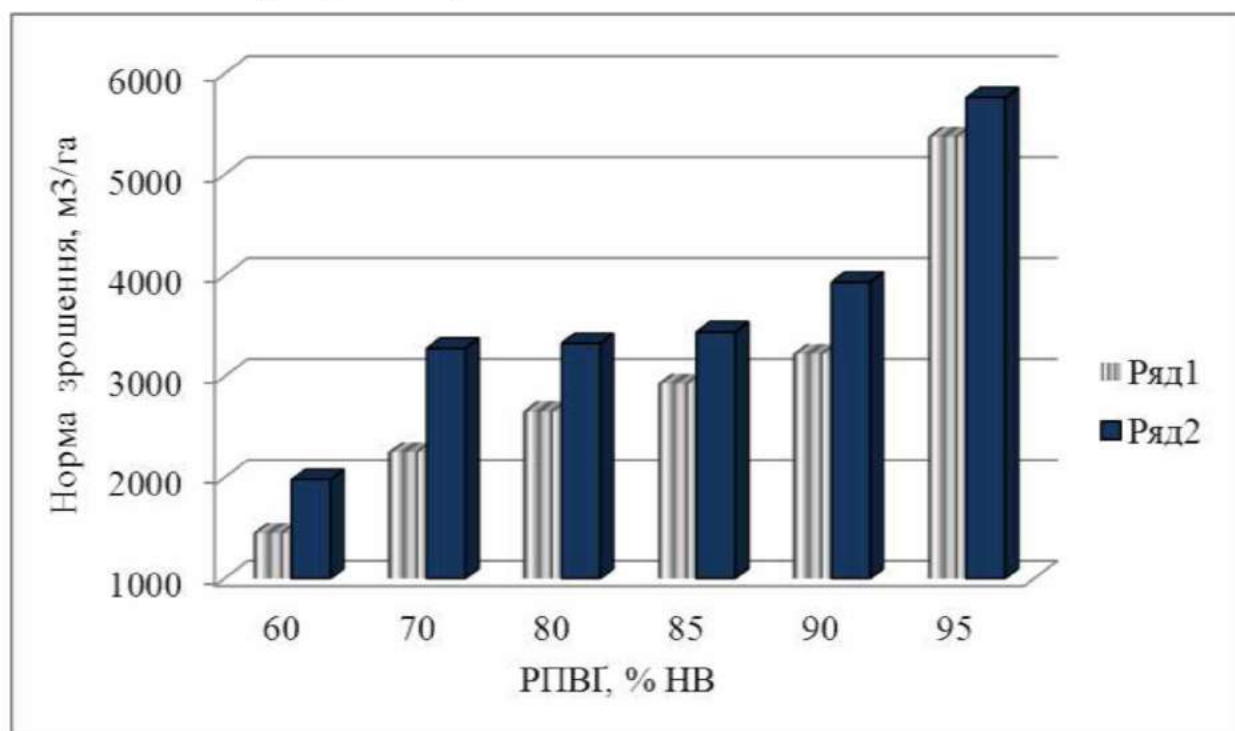
Рисунок 4.2 – Залежність «РПВГ – Зрошувальна норма» за краплинного зрошення просапних с.-г. культур (2006-2015 рр.)

Оскільки встановлена залежність носить лінійний характер, відмічаємо поступове зростання величин зрошувальної норми з кожним наступним підвищенням РПВГ на 5 % від НВ – від 340 до 545 м³/га. Виключенням із

цієї закономірності є лише різниця норми зрошення між 60 та 65 % від НВ, яка фактично складає 140 м³/га.

У той же час, режим краплинного зрошення знаходився у взаємозв'язку з метеорологічними параметрами (кількістю продуктивних атмосферних опадів, температурою і відносною вологістю повітря та силою вітру), які безпосередньо впливали на фізичне випаровування ґрунту і рослин та інтенсивність транспірації. Поряд з цим, констатуємо, що найбільш чітку кореляційну залежність «Режим краплинного зрошення – Метеорологічні параметри» нами було встановлено тільки за фактором «Кількість продуктивних атмосферних опадів».

Зокрема, зафіксовано, що вплив кількості продуктивних опадів тим значиміший, чим нижчий передполивний поріг: за підтримання передполивного порогу 60% НВ різниця у нормі зрошення (або кількості поливів) між роками з 50 %-ю та 75 %-ю забезпеченістю опадами становила 42 %, за 70 % НВ – 36 %, 80 % НВ – 25 %, 85 % НВ – 22 %, 90 % НВ – 17 % і 95 % НВ – 7 % (рисунок 4.3).



Ряд 1 – вегетаційний період 50 %-ї забезпеченості опадами

Ряд 2 – вегетаційний період 75 %-ї забезпеченості опадами

Рисунок 4.3 – Залежність норми краплинного зрошення від забезпеченості опадами

Відмічено скорочення міжполивних періодів і з підвищенням температурного режиму. Проте, таку закономірність найбільш чітко встановлено тільки в періоди аномальної спеки. Для прикладу: у II-III декаді липня – I-II декаді серпня тривалість міжполивного періоду, за умови підтримання РПВГ 80 % від НВ ґрунту, становить (залежно від виду сільськогосподарської культури) від 3,5 до 5,5 діб, а у періоди із аномально високими середньодобовими температурами повітря $+29-31^{\circ}\text{C}$ (максимальні сягали $+39,0-40,5^{\circ}\text{C}$), міжполивний період скорочувався фактично до 1 – 2 діб (в середньому – 1,5 доби).

Фрагмент взаємозв'язку та впливу температурного режиму на фактичний режим краплинного зрошення перцю солодкого розсадного у період з 20 липня по 20 серпня 2010 р. наведено на рисунку 4.4.

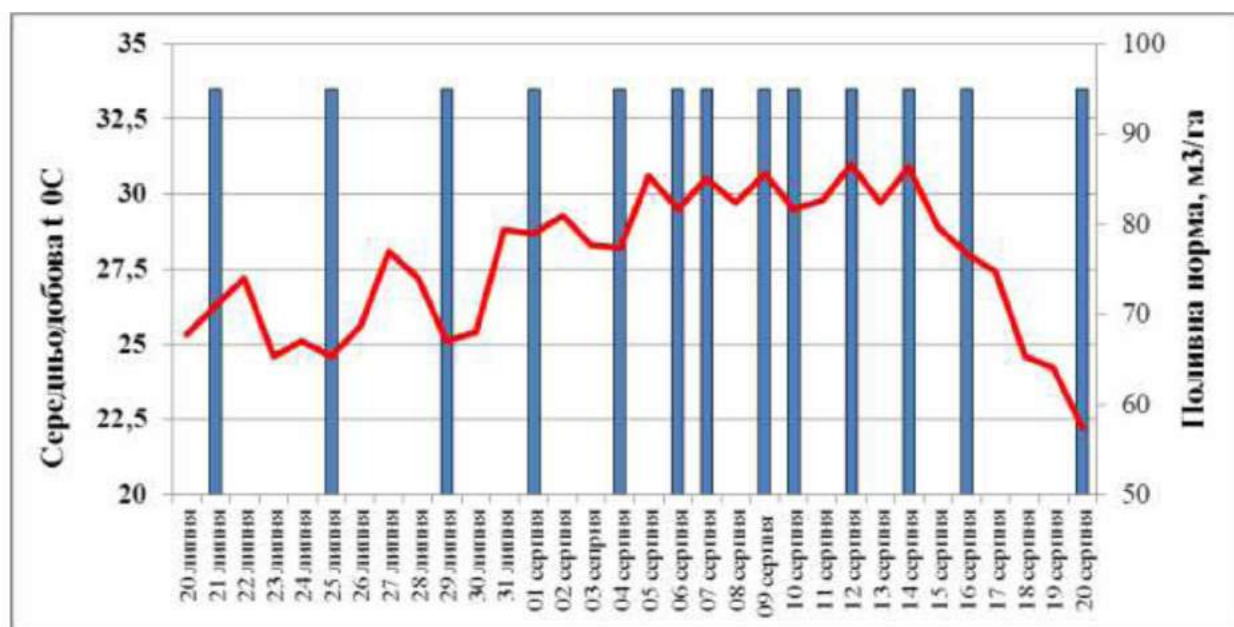


Рисунок 4.4 – Вплив середньодобової температури повітря на фактичний режим краплинного зрошення перцю солодкого розсадного (КДДС ІВПіМ НААН, 20.07 – 20.08.2010 р., варіант з РПВГ 80 % від НВ ґрунту, $m_{\text{бр}} = 95 \text{ м}^3/\text{га}$)

Аналогічні тенденції впливу (взаємозв'язку) метеорологічних факторів (умов) на формування фактичних режимів краплинного зрошення відмічено нами також і на інших дослідних ділянках та сільськогосподарських культурах.

4.1.1 Розробка інформаційно – дорадчої системи (ІДС) з планування та управління режимами краплинного зрошення

Розробку реалізовано у вигляді програмного продукту – комп'ютерної програми [545]. Метою програми є розрахунок проектних режимів краплинного зрошення сільськогосподарських культур та управління поливами в автоматичному режимі.

Завданнями ІДС є:

- надання рекомендацій стосовно оптимального рівня передполивної вологості кореневмісного шару ґрунту;
- надання рекомендацій стосовно оптимальної глибини зволоження ґрунту;
- розрахунок фактичної норми поливу в м³/га;
- розрахунок проектної кількості вегетаційних поливів для року 75%-ї забезпеченості опадами;
- розрахунок проектної норми зрошення в м³/га для року 75%-ї забезпеченості опадами.

Потенційними користувачами програмного продукту є проектні організації відповідного профілю.

Вихідними матеріалами для формування баз даних програми стали багаторічні експериментальні дані, отримані Інститутом на мережі дослідно-демонстраційних полігонів зони Степу України.

Експериментальні дані для розрахунків проектних режимів краплинного зрошення сільськогосподарських культур та управління поливами в автоматичному режимі наведено для 28 основних сільськогосподарських культур, які на сьогодні вирощують із застосування систем краплинного зрошення: 13 овочевих, 4 плодкових, 4 ягідних, 2 просапних польової сівозміни, арахісу, кавуна, винограду (технічних і столових сортів) та картоплі.

Структура системи складається з двох окремих баз даних – № 1 та № 2.

Базу даних № 1 створено для розрахунку норми поливу за формулою О.М. Костякова [290] з урахуванням локальності зволоження кореневого шару ґрунту.

В свою чергу, самі бази даних складаються із окремих блоків.

Блоки 1-4 містять інформацію щодо вибору сільськогосподарської культури, напряму її вирощування, типу ґрунту за гранулометричним складом та рекомендованого для цих умов рівня передполивної вологості ґрунту (РПВГ).

Блоки 5 і 6 містять інформацію щодо схеми сівби (садіння) та, відповідно, частки (відсотка, %) зволоженого ґрунту.

Блок 7 містить інформацію щодо глибини зволоження ґрунту (h , m) залежно від схеми сівби (садіння) і типу ґрунту за гранулометричним складом.

Блоки 8 та 9 містять дані водно-фізичних параметрів кореневого шару ґрунту: найменшої вологомісткості ґрунту (НВ, % від маси абсолютно сухого ґрунту) та щільності будови ґрунту (q , t/m^3). Параметр НВ введено з кроком 0,5 % від маси абсолютно сухого ґрунту, а q з кроком 0,025 t/m^3 . Мінімальне значення НВ – 12 %, максимальне 32 %, мінімальне значення q дорівнює 0,9 t/m^3 , максимальне – 2,0 t/m^3 .

Базу даних № 2 створено для розрахунку норми зрошення для року 75-ї забезпеченості опадами.

Блок 1 передбачає вибір ґрунтово-кліматичної підзони: Степ Північний, Степ Південний та Степ Сухий.

Блоки 2 і 3 містять інформацію щодо вибору сільськогосподарської культури та, залежно від цього, рекомендовану проектну кількість вегетаційних поливів у рік 75-ї забезпеченості опадами.

Інтерфейс програми складається із семи «віконць». Перше віконце – це вибір сільськогосподарської культури, друге – напрям її вирощування (універсальний, для зберігання, на переробку тощо), третє – вибір, а також рекомендації щодо схеми посіву (садіння) культури, четверте – введення параметра «НВ ґрунту», п'яте – введення параметра «щільність будови

грунту». Далі активним стає розділ «Обчислити норму поливу», на який необхідно натиснути лівою клавішею «мишки». На екрані буде відображено: фаза розвитку рослин, рекомендований рівень передполивної вологості ґрунту, рекомендована глибина зволоження та розрахована за введеними параметрами величина норми поливу нетто у $\text{м}^3/\text{га}$.

У разі, якщо користувач не має фактично визначених, т. б. експериментальних даних стосовно величин найменшої вологомісткості ґрунту (НВ, % від маси абсолютно сухого ґрунту) та щільності будови ґрунту ($q, \text{т}/\text{м}^3$), то програмою передбачено автоматичний вибір цих параметрів залежно від типу ґрунту за гранулометричним складом. Якщо ж ці дані визначено користувачем, то їх необхідно вибрати із відповідного «віконечка», де введено значення з мінімальним кроком цих параметрів.

Друга частина розрахунку передбачає вибір ґрунтово-кліматичної підзони (згідно «Ґрунти України», масштаб 1:450 000 / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко, [«Класифікація ґрунтів України» – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.] [465]). Далі активним стає розділ «Обчислити норму зрошення», на який необхідно натиснути лівою клавішею «мишки». На екрані буде відображено: фаза розвитку рослин, проектна кількість вегетаційних поливів (у розрізі фаз розвитку) та розрахована за введеними параметрами величина норми зрошення нетто у $\text{м}^3/\text{га}$.

«Screenshot» («скрин-шот») інтерфейсу програмного продукту наведено на рисунку 4.5. Для прикладу наведено розрахунок норми поливу та норми зрошення для кукурудзи на зерно на середньосуглинковому ґрунті, за схеми сівби 70+70 см.

Бази даних №1 та 2: "Розрахунок норми поливу та норми зрошення"

Культура: Кукурудза на зерно

Напрямок вирощування: універс.

Тип ґрунту: середньосуглинковий

Схема сівби (садіння): 70

НВ ґрунту у % від маси: 16

Щільність будови ґрунту, г/см³: 1,4

Обчислити норму поливу

Фаза розвитку рослин	РПВГ, %	Глибина зв	Норма поливу,
▶ протягом вегетації	85	0,8	153

Ґрунтово-кліматична зона: Степ Сухий

Обчислити норму зрошення

Норма зрошення, м³/га: 3519

Фаза розвитку рослин	N вегетації
▶ протягом вегетації	23

Рисунок 4.5 – «Screenshot» («скрин-шот») інтерфейсу комп'ютерної програми «ІДС з планування та управління режимами краплинного зрошення»

4.2 Процеси водоспоживання

Загальний об'єм води, який випаровується протягом вегетаційного періоду з поверхні ґрунту і рослин (фізичне випаровування), інфільтрується у нижчі горизонти ґрунту та витрачається рослинами на транспірацію, становить сумарне водоспоживання (E_{Tc} – *еванотранспірація*, «*evapotranspiration*»). Дані щодо сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур є основою для проектування режимів зрошення [700]. Співвідношення витрат вологи на фізичне випаровування та транспірацію є досить динамічною величиною, коливається в значних межах і залежить від біологічних і сортових особливостей культури, фаз розвитку, ґрунтових, метеорологічних і агротехнологічних умов та ін. Загальновідомі дані свідчать, що із підвищенням вологості верхніх шарів ґрунту зростає частка фізичного випаровування, також чим більша у рослин вегетативна маса, тим менша частка фізичного випаровування у сумарному водоспоживанні [343]. Динамічно змінюється це співвідношення і за фазами розвитку рослин. Так, на початку вегетації переважають витрати на фізичне випаровування, а за мірою наростання вегетативної маси співвідношення цих витрат вирівнюється. У наших дослідках, у рослин буряка цукрового, у якого листки до початку збирання не відмирають и добре притіняють поверхню, витрати води на транспірацію переважали над випаровуванням з поверхні ґрунту. І, навпаки, у рослин, які погано притіняють поверхню ґрунту (цибуля ріпчаста), витрати води на фізичне випаровування були значно більші від витрат на транспірацію. У перцю солодкого, баклажана, кукурудза цукрової та зернової витрати води на транспірацію деякий час переважали, але наприкінці вегетаційного періоду знову знижувалися і були меншими від витрат на фізичне випаровування з поверхні ґрунту.

За вегетаційний період рослина споживає велику кількість вологи, яка в багато разів перевищує масу самої рослини. Проте з усієї кількості спожитої води рослина близько 98,0-99,8 % витрачає на транспірацію. Вода

випаровується з листкової поверхні через кліткові стінки епідермальних кліток і покривні шари (кутикулярна транспірація) та через продихи (продихова транспірація). Витрата води просапними сільськогосподарськими культурами на транспірацію підлягає певним закономірностям. Так, мінімальна кількість води витрачається на початку вегетації, поступово збільшується з розвитком надземної маси і знову зменшується до моменту закінчення вегетації. Тобто, закономірність витрат води на транспірацію говорить про прямий зв'язок між надходженням води в рослину і наростанням вегетативної маси. Проте цей зв'язок не має функціональної залежності, тому що збільшення витрат води на транспірацію значно відстає від наростання листкової поверхні через зниження транспіраційної здатності зеленої маси з віком рослини. Результати дослідів з буряком цукровим на землях Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН (2013-2015 рр.) підтверджують це (рисунок 4.6) [677].

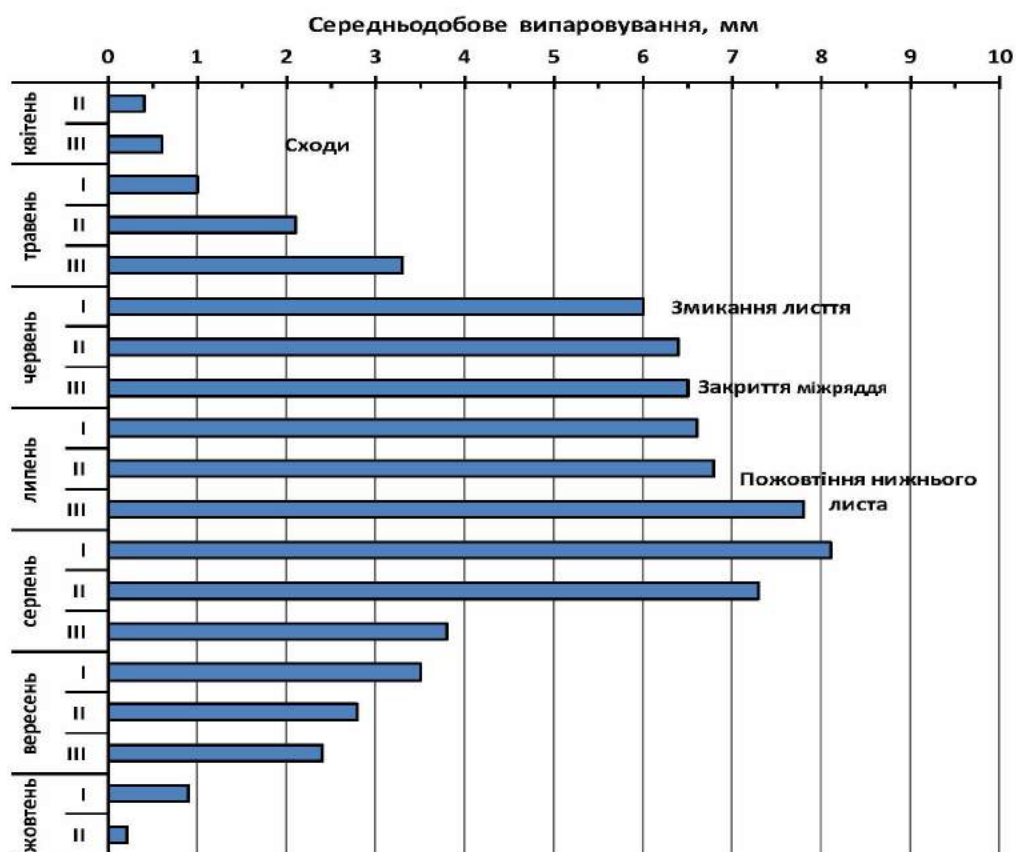


Рисунок 4.6—Середньодобове випаровування вологи посівами буряка цукрового (середні дані у розрізі гібридів та фактору «густина рослин»)

Для кількісної характеристики витрат води на транспірацію користуються такими показниками: інтенсивність транспірації – це кількість води, яку випаровує рослина в грамах за одиницю часу (год.) з одиниці поверхні (дм^2), транспіраційний коефіцієнт – це кількість води в грамах, яку випаровує рослина для накопичення 1 г сухих речовин, продуктивність транспірації – це величина зворотна транспіраційному коефіцієнту і дорівнює кількості сухих речовин (г), накопичених рослиною за той період, коли нею випаровано 1 кг води.

В польових умовах важко врахувати окремо витрати води на транспірацію і фізичне випаровування, тому нами було використано показник **сумарного водоспоживання** (ET_c) [523, 524], який обраховували методом водного балансу. Проводячи щодобовий моніторинг вологості ґрунту, а також враховуючи кількість продуктивних опадів за цей період і норми поливу нетто, нами було обраховано сумарне водоспоживання (ET_c) просапних сільськогосподарських культур за окремими фазами розвитку рослин, декади вегетаційного періоду і за весь період розвитку залежно від досліджуваного фактору – РПВГ (таблиця 4.2) [505, 515, 642, 657, 659, 677, 679].

Усереднені за роками досліджень показники сумарного водоспоживання становили від 1,04 до 2,96 тис. $\text{м}^3/\text{га}$ у богарних умовах та від 1,52 до 7,34 тис. $\text{м}^3/\text{га}$ – за краплинного зрошення. Закономірно, що показники ET_c були нижчими за вирощування просапних культур із більш коротким вегетаційним періодом – картоплі ранньої весняного строку садіння ($ET_c = 1,39-2,55$ тис. $\text{м}^3/\text{га}$), кукурудзи цукрової ($ET_c = 1,04-3,19$ тис. $\text{м}^3/\text{га}$) та, зважаючи на широкі міжряддя, які класифікують як «баштанний пар» [159, 515], рослин кавуна ($ET_c = 1,12-1,95$ тис. $\text{м}^3/\text{га}$). Максимальні показники ET_c були характерними для просапних сільськогосподарських культур із довгим періодом вегетації (понад 110 діб), фізіологічно високою транспіраційною здатністю на фоні інтенсивних режимів краплинного зрошення із РПВГ 85-90-95 % від НВ ґрунту:

Таблиця 4.2 – Усереднені показники сумарного водоспоживання (ET_c) з кореневого шару ґрунту за краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур в умовах Степу України залежно від РПВГ (2006-2015 рр.)

№ з/п	РПВГ, % від НВ	Вид сільськогосподарської культури / роки досліджень								
		картопля	кук. цукрова	перець	баклажан	соя	буряк цукр.	кук. зернова	цибуля	кавун
		2006-2008	2007-2009	2010-2014			2013-2015		2011-2013	2006-2008
		ET_c , м ³ /га								
1	без зрошення	1392	1042	2855**	2975**	2544**	—*	2960	1645	1122
2	60	2050	2352	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*
3	65-75-70	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*	1522
4	70	2250	2499	3810	3825	—*	—*	5532	3531	—*
5	75	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*	1945
6	75-85	—*	—*	—*	5170	—*	—*	—*	—*	—*
7	80-70	—*	—*	—*	—*	6755	6835	—*	3762	—*
8	80	2450	2911	5195	5025	—*	—*	6811	3984	—*
9	85	—*	—*	—*	—*	—*	—*	7055	—*	—*
10	90-80	—*	—*	5110	—*	—*	—*	—*	—*	—*
11	90	2550	3430	5270	5330	—*	—*	7342	4281	—*
12	95	—*	4235	5870	6330	—*	—*	—*	—*	—*

*Примітка – вказаний варіант дослідів на культурі не вивчали.

**Примітка – у технологіях вирощування застосовували приживлювальні (післяпосівні) поливи.

перцю солодкого і баклажанів розсадних ($ET_c = 5,27-5,87$ тис.м³/га та $5,33-6,33$ тис.м³/га відповідно), сої ($ET_c = 6,755$ тис.м³/га), буряка цукрового ($ET_c = 6,84$ тис.м³/га) та рослин кукурудзи на зерно ($ET_c = 7,055-7,345$ тис.м³/га). Сумарне водоспоживання рослин ранньостиглої цибулі ріпчастої становило від $1,64$ тис.м³/га без зрошення до $3,53-4,28$ тис.м³/га (70-90 % від НВ) на варіантах із краплинним поливом.

Оскільки ґрунти всіх трьох дослідних ділянок – автоморфні (ґрунтові води залягають на глибині понад 8 м [637, с. 147]), основними статтями формування показників сумарного водоспоживання рослин були продуктивні опади, поливна вода і вологозапаси ґрунту. Нами було досліджено певні закономірності змін співвідношення цих трьох складових за формування ET_c залежно від досліджуваного фактору (РПВГ). Встановлені закономірності були характерними для всіх без винятку просапних сільськогосподарських культур, тому для описання у якості типових зупинимося на культурі цибулі ріпчастої, перцю солодкого та кукурудзи зернової.

Так, у структурі формування сумарного водоспоживання рослин цибулі на варіантах без зрошення, досходовими поливами та у варіанті з РПВГ 70 % від НВ ґрунту переважають продуктивні опади (рисунок 4.7).

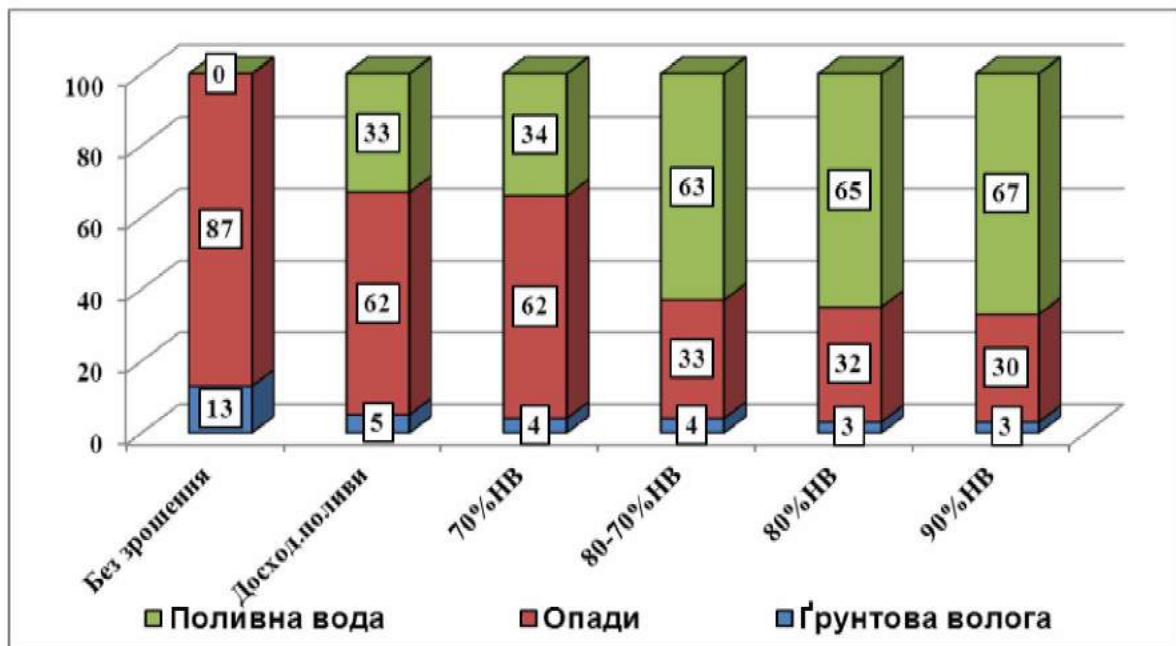


Рисунок 4.7 – Структура сумарного водоспоживання (ET_c) рослин цибулі ріпчастої ранньостиглої залежно від РПВГ (БДП, 2011-2013 рр.)

У варіантах із більш інтенсивним поливним режимом (РПВГ = 80-90 % від НВ) домінує частка поливної води, яка з підвищенням передполивного порогу вологості ґрунту в структурі сумарного водоспоживання підвищується з одночасним зниженням участі опадів і ґрунтової вологи. Так, за підтримання вологості ґрунту на рівні 70 % від НВ у структурі сумарного водоспоживання доля зрошення складає 34 %, при 62 % – опадів. Підвищення РПВГ до 90 % від НВ приводить до перерозподілу складових водоспоживання, збільшуючи долю зрошення до 67 % і зниження до 30 % атмосферних опадів. Доля ґрунтової вологи в сумарному водоспоживанні на варіантах з РПВГ 70-80-90 % від НВ, не перевищує 3-4%, а на решті варіантів складає від 8 до 13 %.

Практично аналогічним чином формувалася структура сумарного водоспоживання рослин перцю солодкого залежно від РПВГ. Оскільки польові дослідження було проведено на розсадній культурі перцю, було застосовано від 3 до 5 приживлювальних поливів, що пояснює середню частку поливної води на рівні 18 % (рисунок 4.8).

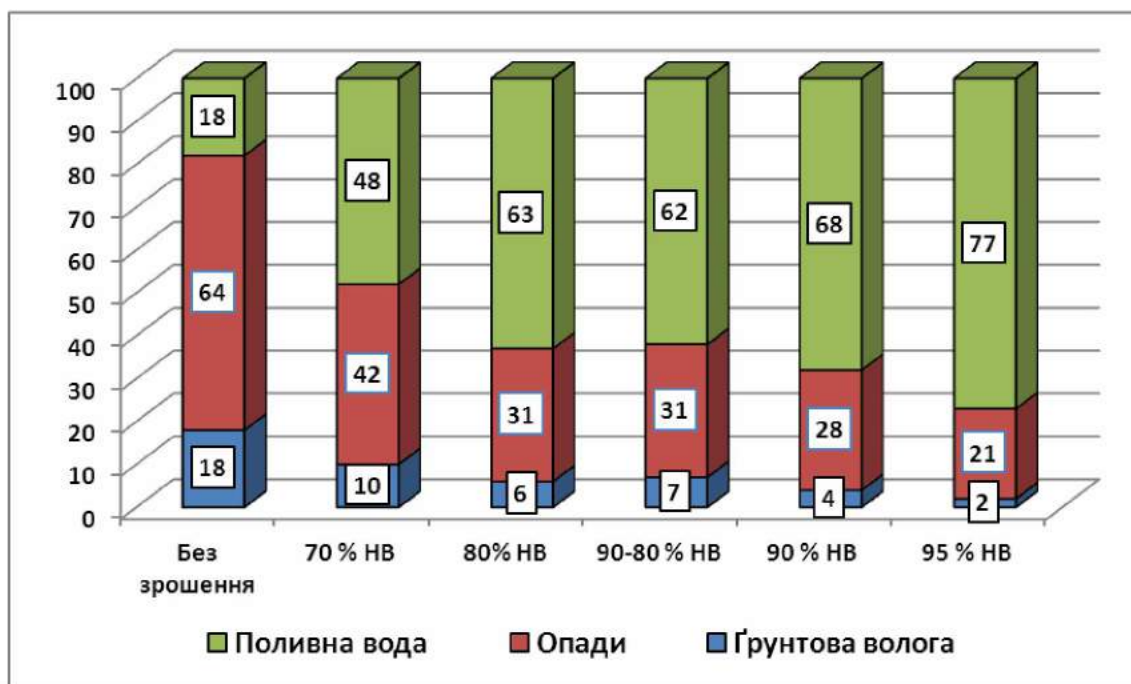


Рисунок 4.8 – Структура сумарного водоспоживання (ET_c) рослин перцю солодкого розсадного залежно від РПВГ (КДДС, 2010-2014 рр.)

На краплинному зрошенні частка поливної води у формуванні водоспоживання зростала з 48 % (70,5 від НВ) до 77 % (95 % від НВ) на фоні зниження дольової участі продуктивних опадів (42-21 %) та ґрунтової вологи (10-2 %).

Аналогічні тенденції та закономірності у формуванні показників сумарного водоспоживання відмічаємо у досліді із зерною кукурудзою (рисунок 4.9).

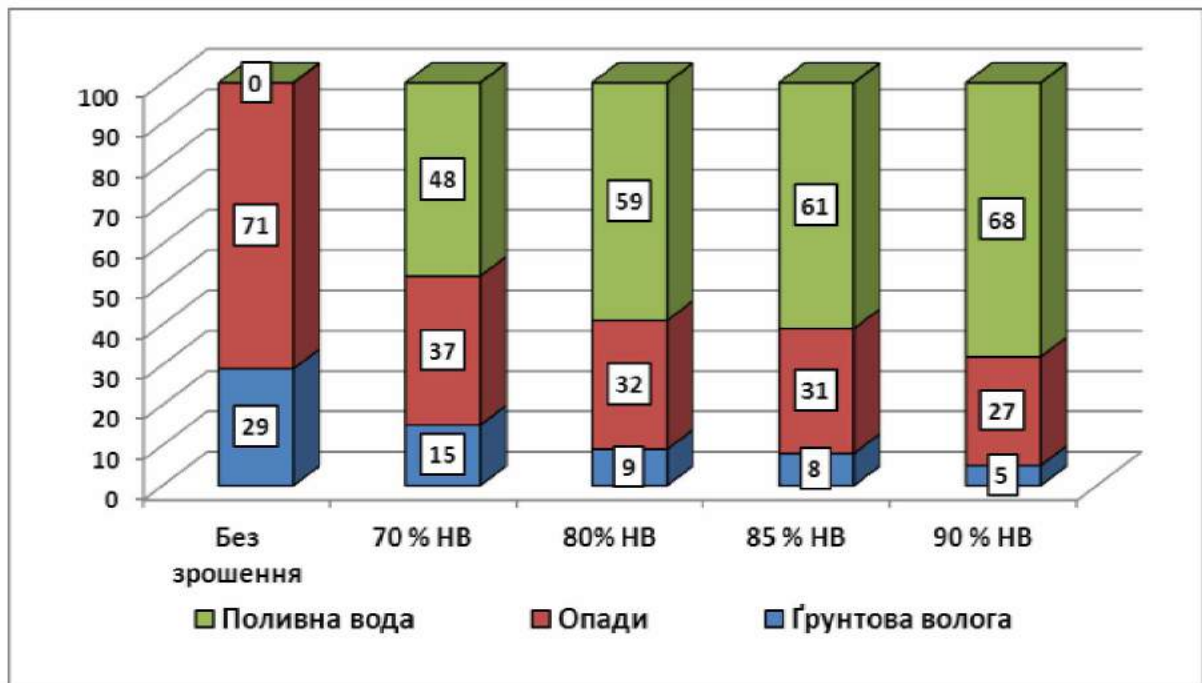


Рисунок 4.9 – Структура сумарного водоспоживання (ET_c) рослин кукурудзи на зерно залежно від РПВГ (КДДС, 2013-2015 рр.)

Єдиною принциповою відмінністю, на якій варто акцентувати увагу, є суттєве збільшення частки ґрунтової вологи у формуванні показника ET_c порівняно із вже проаналізованими овочевими культурами. Так, у варіанті без зрошення частка ґрунтової вологи складала в середньому 29 %, а на краплинному зрошенні – від 15 (70,5 від НВ) до 5 % (90 % від НВ). У той же час, на овочевих – 13-18 % без поливу та від 2 до 10 % за краплинного зрошення. Встановлена особливість була характерною також і для рослин буряка цукрового. З точки зору розміщення кореневої системи та відбирання вологи з більш глибоких шарів ґрунту цими сільськогосподарськими культурами, така особливість формування показника ET_c є закономірною.

Інтегральним показником ефективності використання вологи рослинами є коефіцієнт водоспоживання (KB , питоме водоспоживання) – сумарний об'єм води (ET_c), який витрачають рослини на транспірацію та фізичне випаровування для формування одиниці врожаю продуктивних органів [ДСТУ 7704:2015, 219]. Відомо, що він є величиною динамічною і значною мірою залежить від зовнішніх факторів, головним чином – метеорологічних, ґрунтових та агротехнологічних умов вирощування, характеру водно-поживного режиму, біологічних особливостей культури (сорт, гібрид), фаз розвитку рослин, способу обробітку ґрунту тощо [290, с. 89-91, 436, 567].

У наших дослідженнях фактичний коефіцієнт водоспоживання просапних культур (KB) залежав як від метеорологічних умов того чи іншого року (вегетаційного періоду), так і від досліджуваних факторів – РПВГ, доз мінеральних добрив, строків збирання, схем посіву (густота рослин) (таблиці 4.3-4.4).

В цілому, у розрізі даних щодо культур і років досліджень, встановлено, що KB варіює у досить широких межах – від 40 до 1190 м³ вологи на формування 1 тонни продуктивних органів. Загальна закономірність свідчить про мінімізацію витрат вологи на одиницю врожаю при оптимізації режимів краплинного зрошення: з РПВГ від 80 до 90 % від НВ ґрунту, а також застосування диференційованих рівнів зволоження. Так, найменший KB на картоплі становив 93 м³/т (80 % НВ), на кукурудзі цукровій – 160 м³/т (80 % НВ), на культурі перцю солодкого і баклажану – 88 та 108 м³/т (90-80 % НВ та 75-85 % НВ) відповідно, на сої – 1190 м³/т (80-70 % НВ), буряку цукровому – 62 м³/т (80-70 % НВ), кукурудзі на зерно – 413 м³/т (85 % НВ), цибулі ріпчастій – 87 м³/т (80-70 % НВ) та кавуні – 40 м³/т (65-75-70 % НВ).

Досліджено також вплив інших факторів на питомі витрати вологи на формування врожаю (таблиця 4.4). Зокрема, на культурі сої найбільш раціонально та економно рослини споживали вологу за густоти посівів

Таблиця 4.3 – Усереднені показники коефіцієнтів водоспоживання K_B (у чисельнику) та ефективності зрошення K_{EF} (у знаменнику) за краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур в умовах Степу України залежно від РПВГ (2006-2015 рр.)

№ з/п	РПВГ, % від НВ	Вид сільськогосподарської культури / роки досліджень								
		картопля	кук. цукрова	перець	баклажан	соя	буряк цукр.	кук. зернова	цибуля	кавун
		2006-2008	2007-2009	2010-2014			2013-2015		2011-2013	2006-2008
		$K_B, \text{м}^3/\text{т} / K_{EF}, \text{т}/\text{м}^3$								
1	без зрошення	229 / –	186 / –	118 / –	114 / –	1013 / –	–*	555 / –	547 / –	69 / –
2	60	147 / 93	174 / 241	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*
3	65-75-70	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	40 / 23
4	70	120 / 68	166 / 216	110 / 212	130 / 570	–*	–*	549 / 570	99 / 64	–*
5	75	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	–*	43 / 25
6	75-85	–*	–*	–*	108 / 151	–*	–*	–*	–*	–*
7	80-70	–*	–*	–*	–*	1190 / 1567	63 / –	–*	87 / 63	–*
8	80	93 / 70	160 / 199	108 / 148	150 / 444	–*	–*	448 / 400	87 / 66	–*
9	85	–*	–*	–*	–*	–*	–*	413 / 354	–*	–*
10	90-80	–*	–*	88 / 104	–*	–*	–*	–*	–*	–*
11	90	96 / 77	226 / 340	107 / 144	124 / 210	–*	–*	423 / 372	75 / 62	–*
12	95	–*	294 / 449	133 / 233	190 / 633	–*	–*	–*	–*	–*

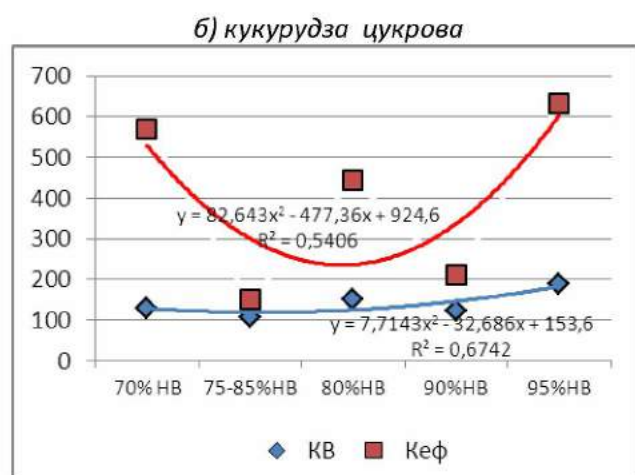
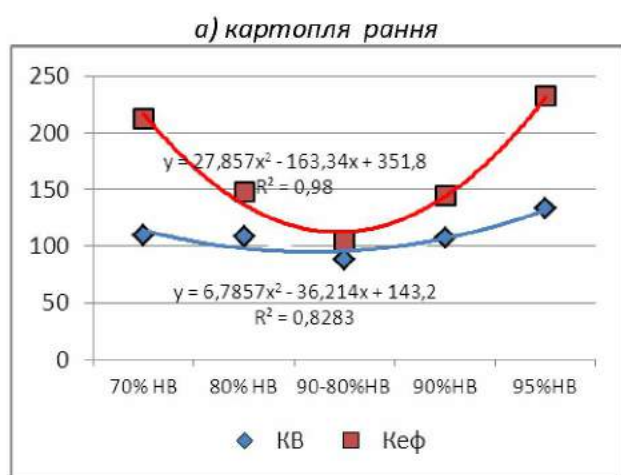
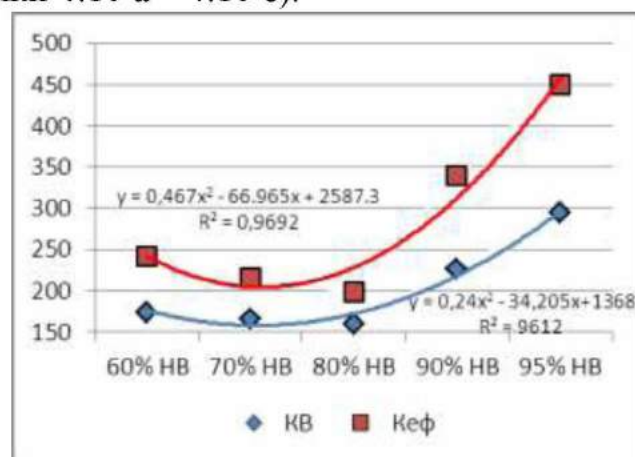
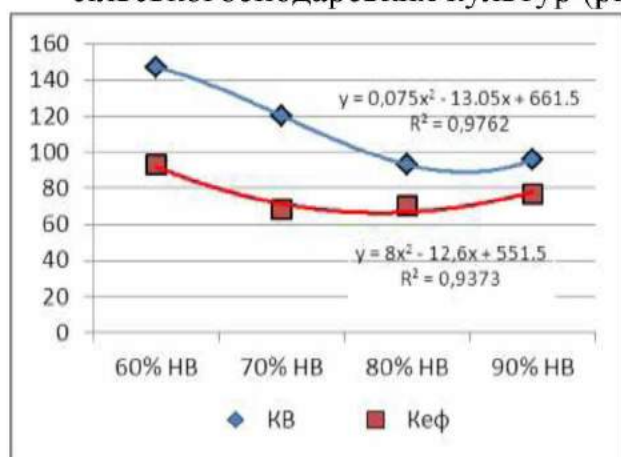
*Примітка – вказаний варіант досліду на культурі не вивчали.

Таблиця 4.4 – Усереднені показники коефіцієнтів водоспоживання K_B та ефективності зрошення $K_{ЕФ}$ за краплинного зрошення сої, буряка цукрового та кавуна залежно від РПВГ, доз мінеральних добрив, строків збирання і схем посіву (густоти рослин)

Параметри	Вид с.-г. культури / фактори (варіанти) дослідів													
	Соя						Кавун						Буряк цукровий	
	333 тис./га		417 тис./га		833 тис./га		без удобрення (К)			N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀			строки збирання	
	БЗ	КЗ	БЗ	КЗ	БЗ	КЗ	БЗ	Диф.	75%НВ	БЗ	Диф.	75%НВ	20.09	21.10
$K_B, м^3/т$	1098	1608	1013	1190	829	1181	74	44	48	69	40	43	93	86
$K_{ЕФ}, т/м^3$	–	2349	–	1567	–	1829	–	26	28	–	23	25	–	–

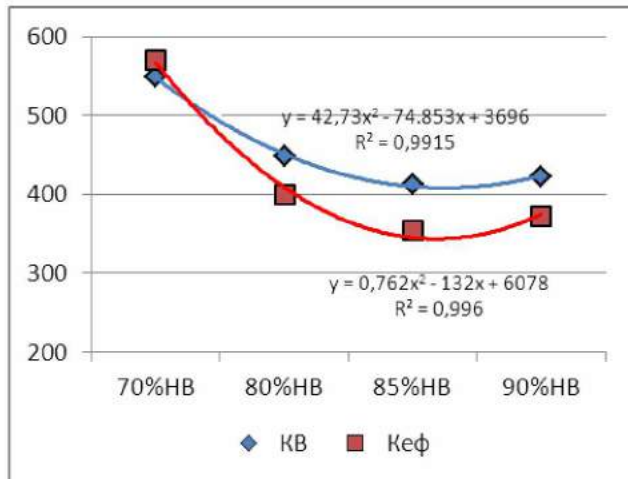
417 та 833 тис.шт./га (при посіві). Удобрення кавуна знижувало питомі витрати води на 9,1-10,4 % (за рахунок зростання врожайності від спільного ефекту удобрення та зрошення). Також більш пізній строк збирання коренеплодів буряка цукрового (21 жовтня проти 20 вересня) забезпечував достовірне зниження K_B на 7,53 % (в основному за рахунок збільшення вегетаційного періоду та зростання врожайності)

Також одним із основних інтегральних показників ефективності використання поливної води є коефіцієнт ефективності зрошення $K_{E\Phi}$ – витрата зрошувальної води на одиницю збільшення врожайності від застосування зрошення [610]. Нами встановлено, що характер, динаміка та закономірності змін показника $K_{E\Phi}$ аналогічні змінам параметру K_B . З використанням пакету програм MS Excel нами побудовано кореляційні залежності K_B та $K_{E\Phi}$ від РПВГ для шести типових просапних сільськогосподарських культур (рисунки 4.10 а – 4.10 е).

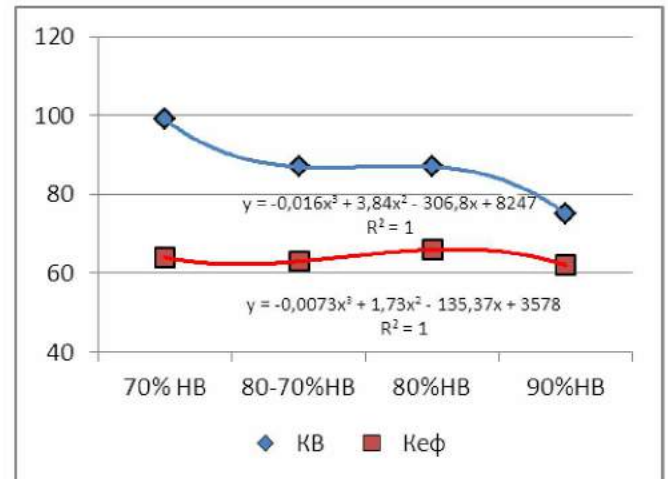


в) перець солодкий

г) баклажан



д) кукурудза зернова



е) цибуля ріпчаста

Рисунок 4.10 – Кореляційно-регресійні залежності KB та $K_{E\Phi}$ від РПВГ за краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур

При проектуванні систем краплинного зрошення сільськогосподарських культур важливим параметром є показник максимального добового водоспоживання [244, 253, 550]. У першу чергу, цей параметр залежить від зони (агрокліматичних умов) проектування та, у меншій мірі, – виду сільськогосподарської культури [530]. З метою визначення добового водоспоживання рослин вели постійний моніторинг вологості ґрунту за допомогою тензіометричного методу, а в окремих дослідках – за допомогою інтернет-станцій вологості ґрунту iMetos® SM/ECHO/TNS/ECOD2 з використанням сенсорів типу Watermark (200 SS) і Echo Probe (10HS, EC5).

Експериментальні дані цих досліджень свідчать, що характер змін показника добового сумарного водоспоживання є однаковим для всіх сільськогосподарських культур. Так, у на початку вегетації (квітень – травень) середньодобове випаровування незначне, майже однакове у розрізі варіантів і складає 6-30 м³/га. Зі збільшенням вегетативної маси рослин відбувається збільшення випаровування, досягаючи максимальних показників у найбільш спекотливі періоди, календарно вони, як правило,

збігаються з II-III декадою липня – I-II декадою серпня [495]. У подальшому, на фоні зменшення вегетативної маси, транспіраційної здатності рослин та зниження температурного режиму в цілому, середньодобове водоспоживання знижується, а в кінці вегетації відбувається різке зниження цих показників.

Кількісні показники добової евапотранспірації та їх динаміку протягом вегетаційного періоду більш детально розглянемо на прикладі досліді з вивчення РПВГ цибулі ріпчастої ранньостиглої (ДП «ДГ «Брилівське», 2011-2013 рр.). Результати цього експерименту свідчать, що середньодобове випаровування рослин цибулі ріпчастої залежало від РПВГ, фаз розвитку рослин та метеоумов вегетаційного періоду. Так, від 1 до 4 листка (I-II декади травня) середньодобове випаровування на всіх варіантах досліді було майже однаковим і становило 6,8-8,2 м³/га. Максимальних показників воно набувало за сформування у цибулі 10-11 листків (I-II декади липня) і, залежно від вологості ґрунту, знаходиться у межах 34-60 м³/га. Після I-II декади липня на всіх варіантах досліді середньодобове випаровування поступове знижувалося. Перед збиранням врожаю середньодобове випаровування істотно знижуються порівняно з періодами інтенсивного росту.

Тенденції в змінах середньодобового випаровування за різних РПВГ можна описати математично з метою отримання моделі формування середньодобового випаровування цибулі ріпчастої в будь-який інтервал часу для прогнозування та оперативного управління поливними режимами в межах заданого передполивного порогу вологості ґрунту.

Процес середньодобового випаровування цибулі ріпчастої в будь-який інтервал вегетаційного періоду для різних РПВГ достовірно апроксимується полігональною залежністю і описується наступними рівняннями:

$$E_{70\%_{НВ}} = -0,000453x^3 + 0,053147x^2 - 1,256109x + 17,644 \quad (R^2 = 0.97)$$

$$E_{80-70\%_{НВ}} = -0,000544x^3 + 0,069096x^2 - 1,908520x - 24,579 \quad (R^2 = 0.96)$$

$$E_{80\%HB} = -0,000627x^3 + 0,083929x^2 - 2,496576x + 30,676 \quad (R^2 = 0.95)$$

$$E_{90\%HB} = -0,000685x^3 + 0,090410x^2 - 2,582693x + 30,538 \quad (R^2 = 0.98)$$

де E – середньодобове випаровування цибулі ріпчастої для заданого рівня вологості ґрунту, м³/га;

x – кількість днів від сходів.

Побудовані на підставі рівнянь теоретичні криві середньодобового випаровування цибулі ріпчастої досить близькі до експериментальних, які отримано в результаті експерименту (рисунок 4.11).

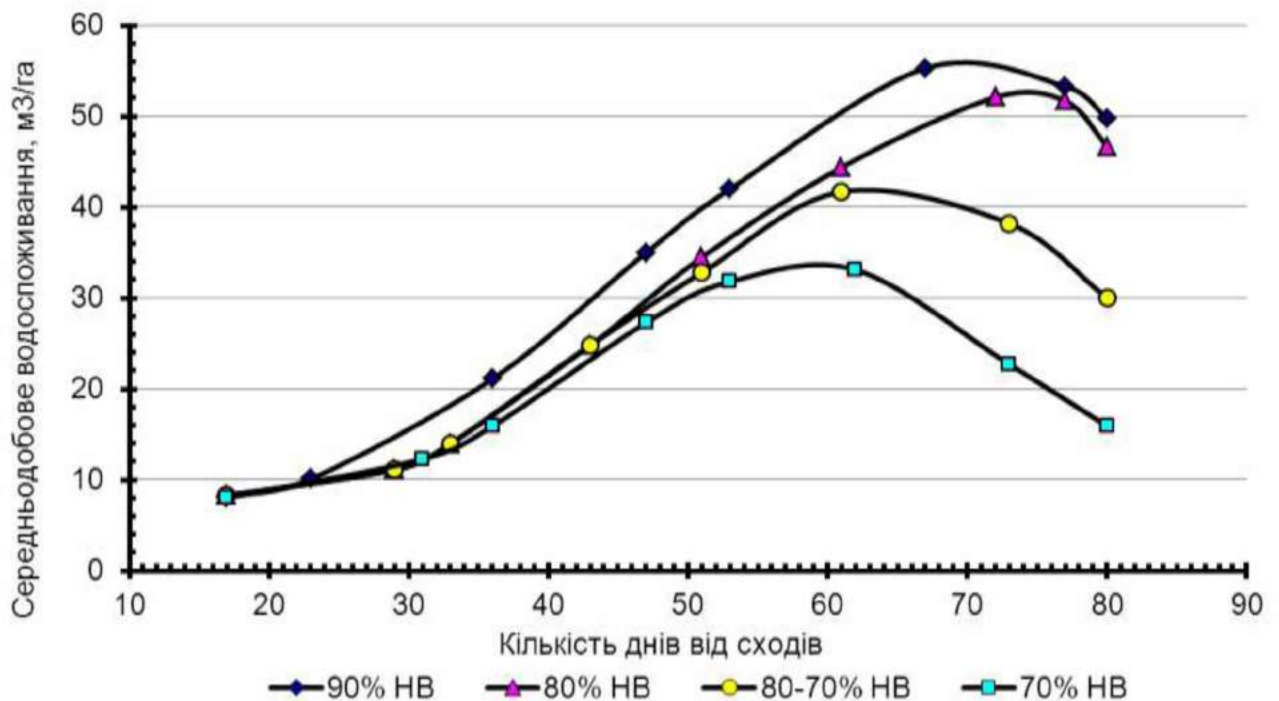


Рисунок 4.11 – Динаміка середньодобового водоспоживання рослин цибулі ріпчастої середньостиглої залежно від РПВГ (БДП, 2011-2013 рр.)

Як вже зазначалось вище, впливає на величину середньодобового випаровування і вид сільськогосподарської культури: її біологічні особливості в частині транспіраційної здатності (сили всмоктування, глибини розміщення і типу кореневої системи), розвитку надземної маси та ін. Для прикладу, у наших дослідках максимальні абсолютні значення середньодобового сумарного випаровування зафіксовано на посівах зернової кукурудзи та сої – 112,5 та 107,5 м³/га (рисунок 4.11), дещо нижче

воно у пасльонових овочевих культур (перець і баклажан) – 95,2-90,1 м³/га та буряка цукрового – 82,3-84,0 м³/га (рисунок 4.12).

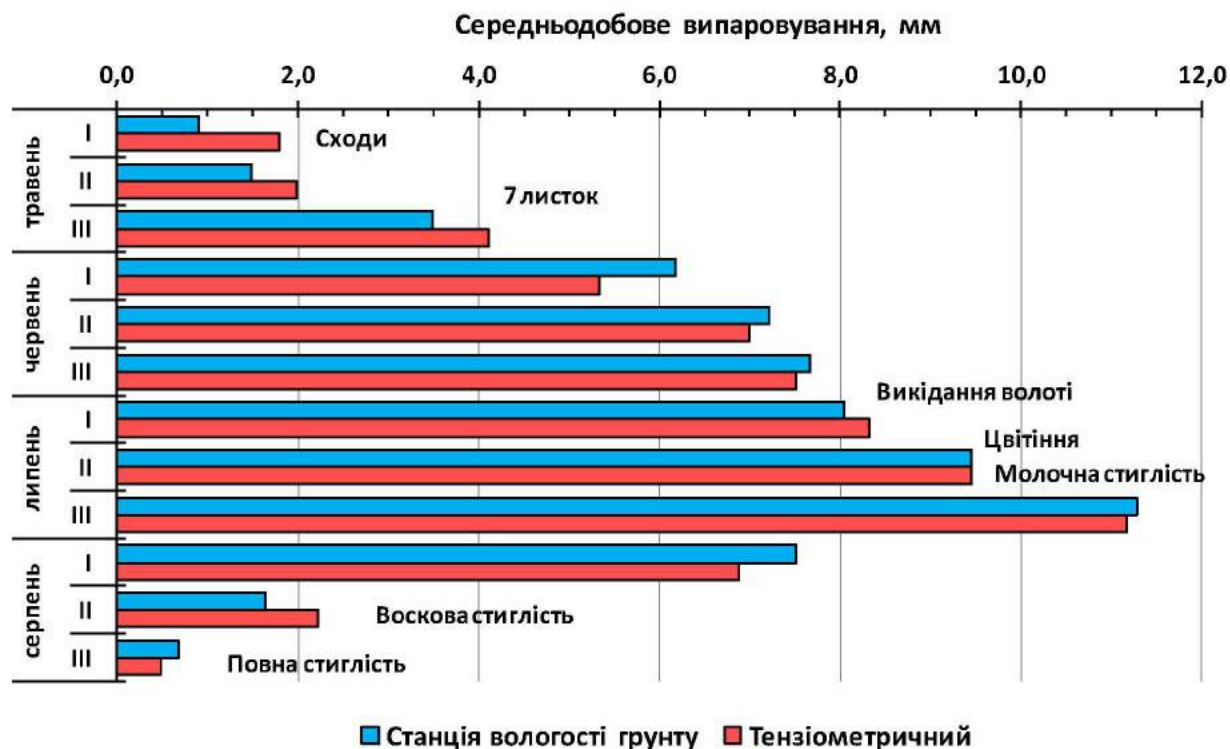


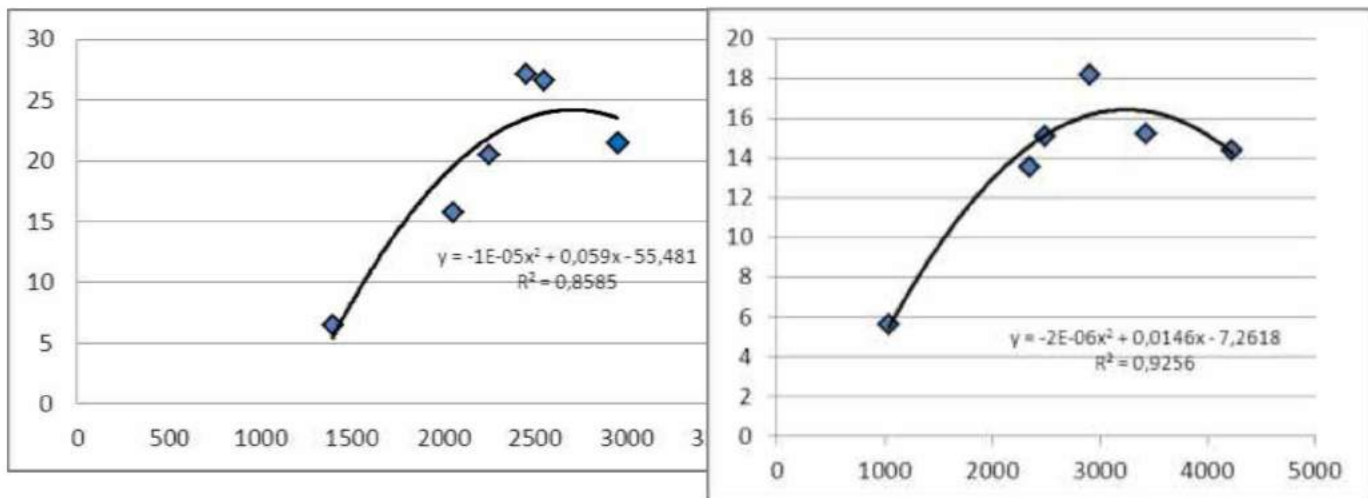
Рисунок 4.12–Середньодобове випаровування води посівами кукурудзи на зерно (РПВГ – 85 % від НВ; ДП «ДГ «Брилівське», 2013-2015 рр.)

Узагальнюючи експериментальні дані різних років досліджень змін показників середньодобового водоспоживання, можливо зробити узагальнюючий висновок про те, що пікові значення цього параметра зафіксовано у найбільш спекотливі періоди, календарно вони, як правило, збігаються з II-III декадою липня – I-II декадою серпня. Абсолютні максимальні показники добового водоспоживання просапних сільськогосподарських культур зафіксовано на рівні 10-12 мм в умовах Степу Сухого та 9-11 мм для умов Степу Південно-центрального. Отже, на такі параметри слід орієнтуватися проектним установам, адже система краплинного зрошення технічно і технологічно має забезпечити водоспоживання сільськогосподарських культур в усі фази їх росту та розвитку.

4.2.1 Моделі «Водоспоживання – Врожайність»

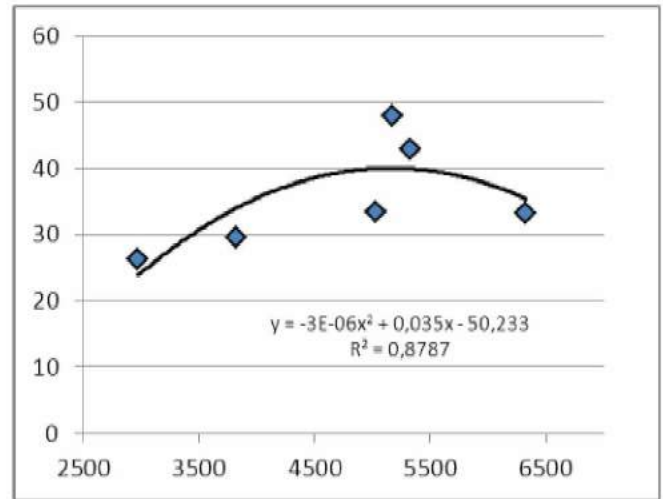
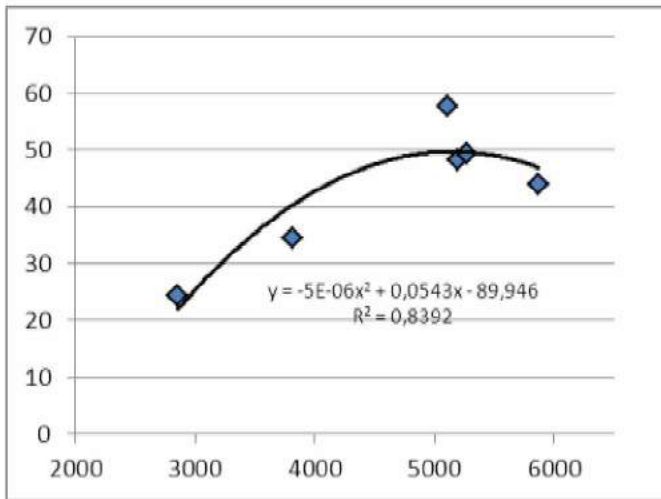
Відомо, що між сумарним водоспоживанням (ET_c) та врожайністю сільськогосподарських культур існує функціональна нелінійна залежність [738, 198, 451, 467, 497].

Одним із важливих наукових результатів наших досліджень є встановлення кореляційних зв'язків між сумарним водоспоживанням просапних сільськогосподарських культур та їх урожайністю. На основі цього вперше для умов краплинного зрошення Степу України побудовано функціональні залежності (статистичні моделі) «Водоспоживання – Врожайність» та визначено найбільш ефективні (оптимальні) варіанти використання води рослинами з точки зору її витрат на формування одиниці продукції. Повноцінні залежності, які мають всі три області побудови (лімітуючу, оптимальну та інгібуючу) отримано у дослідках з вивчення РПВГ на культурах картоплі весняного строку садіння, кукурудзи цукрової, пасльонових овочевих культур (перцю солодкого і баклажану) (рисунки 4.12 а – 4.12 г). У той же час, лише криві висхідного характеру отримано у дослідках з вивчення РПВГ на культурах цибулі ріпчастої та кукурудзи на зерно, тобто у цих польових дослідках не отримано фактично показника сумарного водоспоживання рослин, вище якого врожайність культури знижувалась (рисунки 4.13 д – 4.13 е).



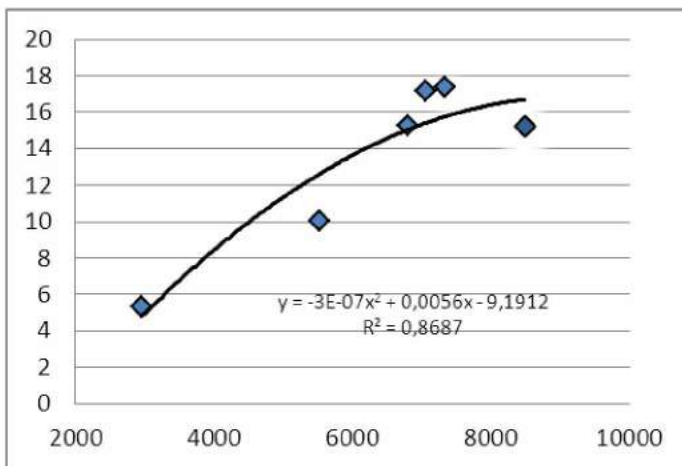
а) картопля рання

б) кукурудза цукрова

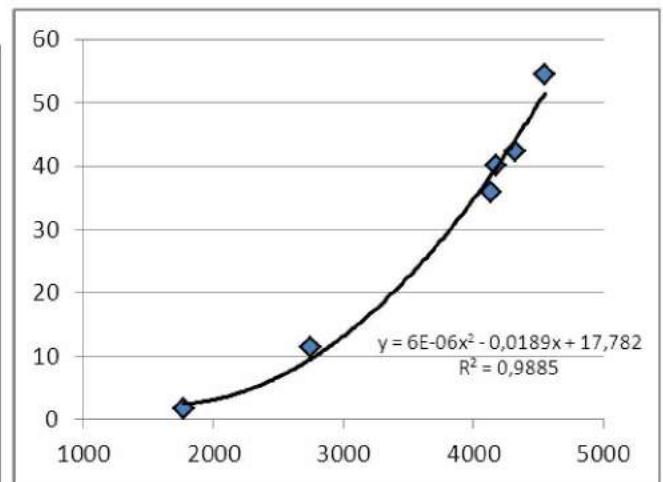


г) баклажан

в) перець солодкий



д) кукурудза зернова



е) цибуля ріпчаста

*за віссю абсцис – сумарне водоспоживання, м³/га; ординат – урожайність, т/га

Рисунок 4.13 – Статистичні моделі «Водоспоживання – Врожайність» за краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур

У наших дослідженнях РПВГ хоча і є основним фактом впливу на формування параметрів та процесу сумарного водоспоживання, у дослідях з вивчення інших факторів також відмічено їхній вплив на величину ЕТс. Зокрема, слід відмітити двох факторний дослід на культурі сої на насіння, де на ЕТс мав достовірний вплив як РПВГ, так і схема посіву (густота рослин) (рисунок 4.14).

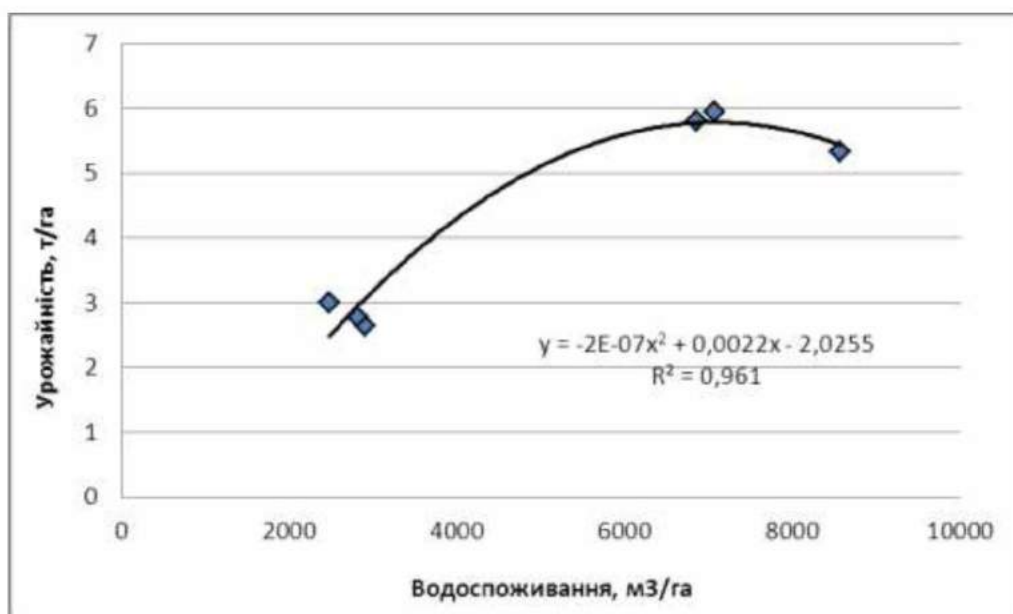


Рисунок 4.14 – Статистична модель «Водоспоживання – Врожайність» за краплинного зрошення сої на насіння

Крім цього, слід відмітити трьох факторний дослід на культурі кавуна, де на ЕТс також мав достовірний вплив як РПВГ, так і схема посіву (густота рослин) (рисунок 4.15).

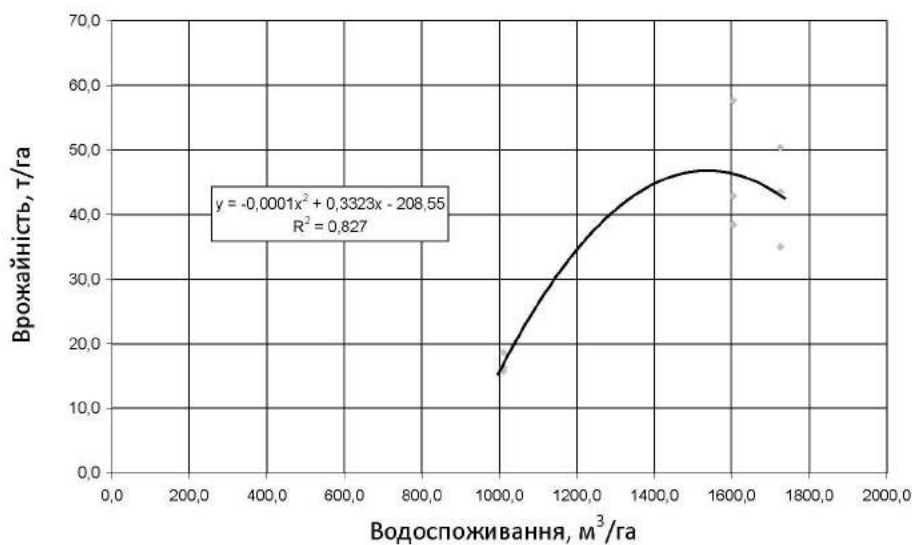


Рисунок 4.15 – Статистична модель «Водоспоживання – Врожайність» за краплинного зрошення кавуна

Як уже було відмічено, наведені залежності (рис. 4.13 а-4.13 г та рис. 4.14-4.15) є типовими кривими відгуку на однофакторний дослід [381, 432], вони складаються із трьох областей: лімітуючої, стаціонарної (оптимальної) та інгібуючої (надлишкової). Коефіцієнт детермінації $R^2=0,83-0,93$ свідчить про тісний взаємозв'язок між цими величинами. Встановлено, що лімітуюча область кривої відповідає варіантам дослідів із РПВГ від 60 до 75 % НВ та варіанту без зрошення (контролю), стаціонарна область (зона оптимуму) – від 75 до 90 % НВ та інгібуюча область (надлишкова зона) – від 95 % НВ до повної вологомісткості ґрунту.

Теоретичний аналіз фізичних процесів варіантів дослідів, які фактично формували інгібуючу область кривої (надлишкову зону) – від 95 % НВ до повної вологомісткості ґрунту, свідчить про наступне. За такого явища як перезволоження кореневого шару ґрунту порушується аерація ґрунтів, розвиваються кореневі гнилі (*Fusarium Link.*, *Rhizoctonia DC.* та ін.), пригнічується несимбіотична азотфіксація, а бактерії–амоніфікатори починають працювати як денітрофікатори, приводячи за цього до втрат азоту. Тобто, за перезволоження ґрунту порушується не лише водний його режим, а й повітряний і поживний режими. Спеціальні дослідів [502], в яких вивчено процеси водоспоживання у варіанті з РПВГ 100 % від НВ ґрунту на культурі томату розсадного, свідчать, що за деякого достатньо високого рівня врожайності її зростання вже не супроводжується підвищенням показників сумарного водоспоживання, так як у агрофітоценозах фактична евапотранспірація наближається до випаровування із вільної водної поверхні.

Встановлені залежності «Водоспоживання-Врожайність» з агробіологічної точки зору не є стійкими, тому що існують потенційні можливості підвищення врожайності культур за однакових норм водоспоживання рослин. Тому, головним завданням майбутніх досліджень стосовно вивчення процесів водоспоживання, є скорочення непродуктивних витрат води (на фізичне випаровування, скидання у нижчі горизонти ґрунту) за одночасного підвищення продуктивності просапних сільськогосподарських культур.

Висновки до розділу 4.

1. На основі досліджень отримано параметри фактичних режимів краплинного зрошення (кількість поливів – n , величини зрошувальних норм – M , м³/га) просапних сільськогосподарських культур в умовах Степу України залежно від РПВГ.
2. Вперше отримано функціональні залежності «РПВГ – Кількість вегетаційних поливів» та «РПВГ – Зрошувальна норма» для умов краплинного зрошення зони Степу України.
3. Отримано кореляційно-регресійну залежність «Режим краплинного зрошення – Кількість продуктивних атмосферних опадів».
4. Досліджено та встановлено закономірності впливу температурного режиму на формування фактичного режиму краплинного зрошення у окремі періоди росту і розвитку рослин.
5. Досліджено та встановлено основні закономірності процесів водоспоживання просапних сільськогосподарських культур в умовах краплинного зрошення Степу України:
 - на основі досліджень отримано параметри сумарного водоспоживання просапних сільськогосподарських культур в умовах Степу України залежно від РПВГ;
 - встановлено закономірності змін співвідношення суми продуктивних опадів, об'єму поливної води та ґрунтової вологи за формування сумарного водоспоживання рослин (ET_c) залежно від досліджуваного фактору (РПВГ);
 - за експериментальними даними розраховано коефіцієнти водоспоживання K_B та ефективності зрошення $K_{E\Phi}$ залежно від РПВГ, доз мінеральних добрив, строків збирання і схем посіву (густоти рослин);
 - встановлено, що характер, динаміка та закономірності змін показника $K_{E\Phi}$ аналогічні змінам параметру K_B . Побудовано кореляційні залежності K_B та $K_{E\Phi}$ від РПВГ за КЗ просапних культур;

- досліджено та встановлено кількісні показники добової евапотранспірації та їх динаміку протягом вегетаційного періоду залежно від РПВГ;
- пікові значення середньодобового випаровування зафіксовано у найбільш спекотливі періоди, календарно вони, як правило, збігалися з II-III декадою липня – I-II декадою серпня;
- абсолютні максимальні показники добового водоспоживання просапних сільськогосподарських культур зафіксовано на рівні 10-12 мм в умовах Степу Сухого та 9-11 мм для умов Степу Південно-центрального;

6. Встановлено кореляційні зв'язки між сумарним водоспоживанням просапних сільськогосподарських культур та їх урожайністю. На основі цього вперше для умов краплинного зрошення Степу України побудовано функціональні залежності (статистичні моделі) «Водоспоживання – Врожайність» та визначено найбільш ефективні (оптимальні) варіанти використання води рослинами з точки зору її витрат на формування одиниці продукції.

7. На основі експериментальних даних розроблено програмний продукт (комп'ютерну програму) інформаційно – дорадча система (ІДС) з планування та управління режимами краплинного зрошення. ІДС надає рекомендації стосовно оптимального рівня передполивної вологості кореневмісного шару ґрунту, оптимальної глибини зволоження ґрунту, в автоматичному режимі виконує розрахунок фактичної норми поливу в м³/га, проектної кількості вегетаційних поливів для року 75%-ї забезпеченості опадами та проектної норми зрошення в м³/га для року 75%-ї забезпеченості опадами.

РОЗДІЛ 5

РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ТА ЇХ ПОЄДНАННЯ

5.1 Фенологічні та біометричні спостереження

У процесі життєдіяльності рослин фактори навколишнього середовища мають безпосередній вплив на їх ріст і розвиток. Найбільший вплив на ростові процеси рослин мають такі фактори як тепло, світло, волога та елементи живлення.

Фенологічні спостереження проводили на всіх польових дослідках і варіантах. За початок фази вважали час, коли 10 % рослин вступили в ту чи іншу фазу розвитку, а за 75 % рослин – фіксували настання повної фази. Залежно від виду сільськогосподарської культури відмічали календарні дати появи сходів (приживлення розсади), бутонізації, цвітіння, початку формування продуктивних органів, фазу технічної і біологічної стиглості та збирання.

Як свідчать результати досліджень, фактори, які вивчали у дослідках, мали достовірний вплив на проходження рослинами фенологічних фаз. Так, на отримання сходів і початкові фази росту та розвитку основний вплив мав рівень передполивної вологості ґрунту (РПВГ). Загальна закономірність (у розрізі всіх сільськогосподарських культур) свідчить, що у варіанті без зрошення (контроль) поява масових сходів та формування 1-3 листка залежно від погодних умов року досліджень відбувалося пізніше порівняно із поливними варіантами на 2-23 доби. Поряд з цим, протягом наступних періодів онтогенезу розвиток рослин у богарних умовах прискорювався і настання прикінцевих та кінцевих фаз розвитку фіксували на 5-29 діб раніше, ніж на поливних ділянках. Відповідно, на варіантах із найбільш

інтенсивним зрошенням (РПВГ 90 – 95 % від НВ) проходження фенологічних фаз розвитку рослин у всіх дослідах відбувалось на 1-6 діб пізніше порівняно з варіантами 70 – 85 % ґрунту.

Особливості розвитку рослинного організму (онтогенезу) залежно від умов вологозабезпеченості (РПВГ) у різні за погодними умовами роки досліджень більш детально розглянемо на прикладі цибулі ріпчастої (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ, 2011-2013 рр.) [656]. У 2011 р. посів провели 20 квітня. У варіанті без зрошення появу сходів та 1-й листок фіксували на 2 дні пізніше, але утворення цибулин та полягання листків відбувалось від 5 до 29 діб раніше порівняно із іншими варіантами (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Дати проходження фенологічних фаз розвитку (органогенезу) цибулі ріпчастої залежно від РПВГ (2011-2013 рр.)

Рік	Міжфазний період					
	посів	масові сходи	1 справжній листок	формування цибулин	полягання листків	збирання врожаю
без зрошення (контроль)						
2011	20.04	12.09	18.05	15.06	10.07	28.08
2012	28.04	04.06	12.06	01.07	10.07	09.08
2013	11.04	15.05	10.06	21.06	03.07	24.07
Досходові поливи						
2011	20.04	10.05	17.05	17.06	15.07	28.08
2012	28.04	13.05	28.05	29.06	14.07	09.08
2013	11.04	24.04	15.05	15.06	08.07	24.07
РПВГ – 70 % НВ						
2011	20.04	10.05	16.05	20.06	28.07	28.08
2012	28.04	13.05	20.05	25.06	26.07	09.08
2013	11.04	24.04	08.05	06.06	16.07	24.07
РПВГ – 80 – 70 % НВ						
2011	20.04	10.05	16.05	23.06	30.07	28.08
2012	28.04	13.05	20.05	29.06	29.07	09.08
2013	11.04	24.04	08.05	11.06	16.07	24.07
РПВГ – 80 % НВ						
2011	20.04	10.05	16.05	23.06	04.08	28.08
2012	28.04	13.05	20.05	29.06	01.08	09.08
2013	11.04	24.04	08.05	11.06	16.07	24.07
РПВГ – 90 % НВ						
2011	20.04	10.05	16.05	25.06	08.08	28.08
2012	28.04	13.05	20.05	29.06	05.08	09.08
2013	11.04	24.04	08.05	11.06	20.07	24.07

На варіантах 70 % НВ, 80-70 % НВ і 80 % НВ усі фази розвитку проходили майже однаково. У варіанті 90 % НВ проходження фенологічних фаз розвитку рослин відбувалось на 2-4 доби пізніше порівняно з іншими варіантами.

У 2012 р. посів провели 28 квітня. Проведення досходових поливів забезпечило однакові умови на всіх варіантах дослідів в частині проходження початкових фаз розвитку. За більш помірному режиму зрошення 70 % від НВ формування цибулин відбулось на 4 доби раніше, ніж на інших варіантах дослідів. За підтримання вологості ґрунту на рівні 80-90 % від НВ формування цибулин розпочалось на 47 добу від сходів. На варіанті дослідів без зрошення (контроль) масові сходи цибулі ріпчастої з'явилися 05 червня, після опадів які пройшли в кінці травня. Утворення першого справжнього листка та формування цибулин відбулося на 6-10 діб пізніше, ніж на інших варіантах дослідів. Але полягання листків – навпаки відбулося на 16 та 26 діб раніше, ніж за підтримання вологості ґрунту на рівні 70 та 90 % НВ відповідно.

Посів цибулі ріпчастої в 2013 р. провели 11 квітня. Проведення сходовикликаючих поливів забезпечило однакові умови на всіх варіантах дослідів до формування першого справжнього листка. Подальший розвиток рослин залежав від вологозабезпеченості. Так, за найбільш помірному режиму зрошення з РПВГ 70 % НВ формування цибулин відбулось на 5 діб раніше, ніж на інших варіантах дослідів. За підтримання вологості ґрунту на рівні 80-90 % від НВ ґрунту початок формування цибулини відбувся на 44 добу від сходів (11 червня). Утворення першого справжнього листка та формування цибулин відповідно відбулося на 33 та 15 діб пізніше, ніж на інших варіантах дослідів. Але полягання листків – навпаки відбулося на 13 та 17 діб раніше, ніж за підтримання вологості ґрунту на рівні 70 та 90 % від НВ ґрунту відповідно.

В цілому, підсумовуючи, відмітимо, що отримані результати щодо особливостей розвитку рослинного організму (онтогенезу) залежно від

РПВГ підтверджують раніше отримані результати іншими дослідниками [273, 298, 459].

Біометричні спостереження. У формуванні врожаю продуктивних органів рослин ключова роль належить двом основним органам – листкам та кореневій системі. Листя відіграє головну роль в процесах надходження та руху вологи та, особливо, в її споживанні на транспірацію. Ще у ХІХ ст. учений-фізіолог, професор Тимірязев К.А. стверджував, що «лист з його зеленим хлорофілом є посередником між життям на Землі та Сонцем» [595]. Враховуючи це, при зрошенні необхідно створювати максимально сприятливі умови для швидкого створення і росту листя, а потім – для оптимальної роботи цього листя зі створення більшої кількості продуктивних органів (зерна, плодів, коренеплодів, бульб тощо) за нормативної їх якості [298].

У якості базових біометричних параметрів, які об'єктивно відображають вплив РПВГ на ріст рослин, було визначено висоту рослин (ВР, м), площу листової поверхні (ПЛП, тис. м²/га), фотосинтетичний потенціал (ФП, млн. м² х діб/га) та середню чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ, г/м²×добу). Параметри ВР та ПЛП наведено у період максимального розвитку листового апарату та рослини в цілому (таблиця 5.2).

Закономірно, що мінімальні біометричні параметри та фотосинтетичну продуктивність у розрізі всіх культур фіксували у богарних умовах. Навіть помірне зрошення (режим із РПВГ від 60 до 75 % від НВ ґрунту) збільшувало ВР в середньому на 74,2 %, ПЛП – на 82,8 %, ФП – на 90,9 % та ЧПФ – у 2,7 разів. Максимальні параметри, які характеризують ростові процеси, було зафіксовано на варіантах із РПВГ 80-90 % від НВ, у т.ч. і за диференційованих режимів краплинного зрошення. Так, (порівняно із контрольним варіантом – без зрошення) ВР була більшою у 2,2 рази, ПЛП – 2,5 рази, ФП – 2,3 рази та ЧПФ – 3,4 рази.

Таблиця 5.2 – Біометричні параметри, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу за краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур залежно від рівня вологозабезпечення в умовах Степу України

С.-г. культура	Без зрошення				РПВГ 60-75 % НВ				РПВГ 80-90 % НВ				РПВГ 90-95 % НВ			
	ВР	ПЛП	ФП	ЧПФ	ВР	ПЛП	ФП	ЧПФ	ВР	ПЛП	ФП	ЧПФ	ВР	ПЛП	ФП	ЧПФ
Картопля рання	28,2	22,1	0,20	1,22	39,6	36,4	0,63	2,51	48,1	42,3	0,71	2,89	38,3	44,2	0,67	2,69
Кукурудза цукрова	69,9	22,3	1,30	2,95	220,1	42,0	2,99	7,78	231,4	46,0	3,30	6,21	210,6	43,7	3,10	10,42
Перець солодкий	29,7	24,0	1,49	1,28	46,5	37,0	2,47	2,69	53,0	40,2	2,78	3,30	48,2	38,2	2,61	3,07
Баклажан	32,6	29,6	1,81	1,43	42,0	42,9	2,53	2,79	51,9	46,1	2,88	3,43	47,2	43,8	2,71	3,19
Соя	73,4	18,3	0,44	1,11	–	–	–	–	116,8	54,2	0,89	3,86	–	–	–	–
Буряк цукровий	–	–	–	–	–	–	–	–	42,5	55,6	1,89	5,46	–	–	–	–
Кукурудза зернова	174	28,3	1,77	3,14	267,5	47,4	3,31	10,8	285,4	53,2	3,89	8,59	259,7	50,5	3,47	13,02
Цибуля ріпчаста	13,8	14,4	0,59	1,02	30,2	39,5	0,98	4,93	37,4	55,3	2,04	5,39	34,0	52,5	1,92	5,01
Кавун	14,1	4,52	1,01	3,40	16,8	15,9	1,78	5,22	–	–	–	–	–	–	–	–

ВР – максимальна висота рослин, см;

ПЛП – максимальна площа листової поверхні, тис. м²/га;

ФП – фотосинтетичний потенціал, млн. м² х діб/га;

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²×добу.

У той же час, реалізація інтенсивних режимів краплинного зрошення (з РПВГ понад 90 % від НВ ґрунту) призводила до незначного, проте достовірного зниження всіх біометричних показників на 5 – 9 % порівняно із біологічно оптимальними режимами зрошення (РПВГ 80-90 % від НВ ґрунту). Це свідчить про пригнічення розвитку рослин в умовах перезволоження (більш детальний опис та пояснення цього явища наведено у підрозділі 4.2.1 роботи).

У дослідях з вивчення впливу РПВГ на ростові процеси та фотосинтетичну продуктивність нами, за результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних, отримано лінійні залежності ФП від ПЛП. Встановлену залежність та відповідне рівняння наведено на прикладі цибулі ріпчастої (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ, 2011-2013 рр.) (рисунок 5.1) [656]:

$$Y = 0,0404x^{0,9748}, \text{ млн.м}^2 \times \text{днів/га},$$

$$R^2=0,92; r=0,96,$$

де Y – фотосинтетичний потенціал (ФП), млн.м²×днів/га;

x – площа листкової поверхні (ПЛП), тис. м²/га.

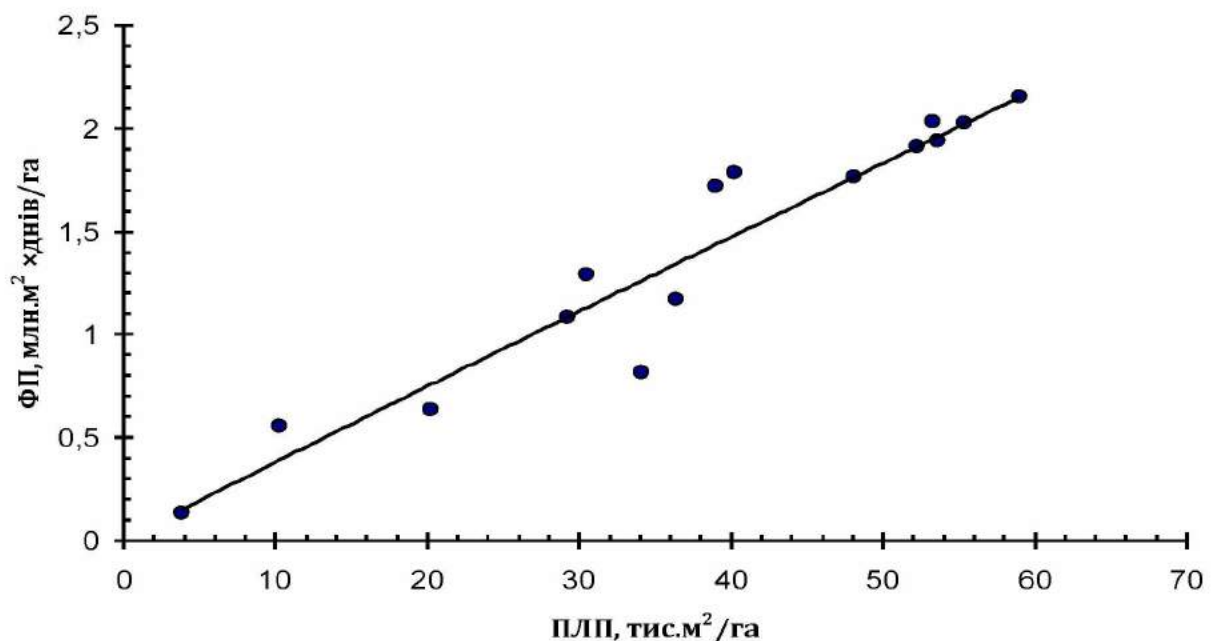


Рисунок 5.1 – Залежність фотосинтетичного потенціалу від площі листкової поверхні рослин за краплинного зрошення цибулі ріпчастої

5.1.1 Розвиток кореневої системи рослин і глибина зволоження кореневого шару ґрунту

В зрошуваних умовах особливо важливими є знання закономірностей розповсюдження кореневої системи у ґрунті за фазами розвитку рослин, особливо глибини проникнення основної частини ($\approx 75\%$) фізіологічно активних відгалужень. Такі знання дають підставу для розрахунку норм поливу, максимальної глибини зволоження, глибини міжрядних обробітків та внесення добрив. Поряд з цим, відомо, що саме зрошення з одночасним внесенням добрив достовірно впливає на розвиток та специфіку розміщення кореневої системи рослин у ґрунті. Отже, знання особливостей росту кореневої системи, впливу зрошення на характер її розповсюдження, дозволяє здійснювати вплив на розвиток рослин («управляти» ним) в тому чи іншому напрямі [298, 730].

Для отримання експериментальних даних про шар ґрунту, в якому розміщується понад 75 % кореневої системи просапних культур, нами проведено вивчення розвитку та специфіки розміщення кореневих систем залежно від РПВГ згідно загальноприйнятих методик (відмивання моноліту – [371, 575, 584]). Матеріали цих досліджень та їх описання наводимо у розрізі видового складу просапних сільськогосподарських культур.

Картопля весняного строку садіння (рання). Тип кореневої системи класифікуємо як мичкувата, при зрошенні – густо розгалужена, фактично є сукупністю кореневих підсистем окремих стебел. Візуалізовані росткові (первинні) кореневі відгалуження, які утворено рослиною на початковому етапі проростання бульб, при столонні кореневі відгалуження, які з'являлись протягом всього періоду вегетації та столонні кореневі відгалуження, які, власне, знаходились на столонах. Встановлено, що основна маса (65-75 %) фізіологічно активних кореневих відгалужень розміщується у орному шарі ґрунту (10-25 см), окремі корені проникають на

глибину до 45-65 см. У діаметрі коренева система займає близько 40-55 см (залежно від рівня зволоження ґрунту). Товщина основних коренів складає від 0,15 до 1,35 мм. Параметри розміщення кореневої системи рослин картоплі за краплинного зрошення залежно від рівня зволоження ґрунту (РПВГ) наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вплив РПВГ на розповсюдження кореневої системи рослин за краплинного зрошення картоплі ранньої

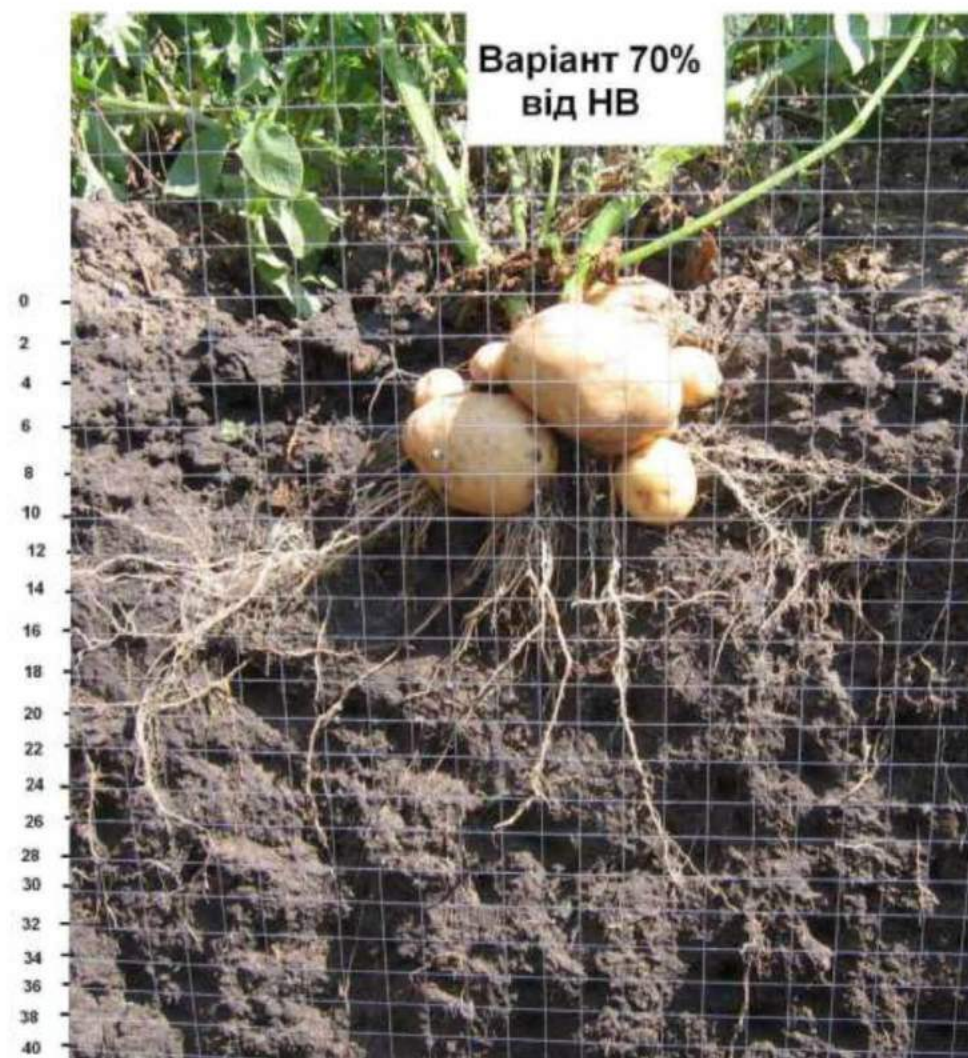
№ з/п	РПВГ, % від НВ ґрунту	Параметри розміщення 75 % кореневої системи	
		глибина, см	ширина, см
1	Без зрошення (К)	67,2	36,3
2	60	53,0	50,7
3	70	45,8	41,0
4	80	40,4	35,1
5	90	34,4	33,9
	<i>НІР_{0,5}</i>	<i>3,91</i>	<i>2,72</i>

Характер розміщення кореневої системи рослин картоплі за краплинного зрошення залежно від рівня зволоження ґрунту (РПВГ) наведено у фотозвіті про дослід (рисунки 5.2 а – 5.2 г).

Кукурудза на зерно. Тип кореневої системи класифікуємо як мичкувата, багатоярусна, достатньо потужна та сильно розгалужена як в богарних, так і зрошуваних умовах. Розкопування та розмивання кореневої системи показало, що окремі яруси утворюють вузлові корені з надземних і підземних вузлів. Перший ярус візуалізували у фазу 3-4 листків, наступні яруси рослини формували у фази 5-6, 7-8, 9-11 листків. Загалом, у розрізі варіантів було від 9 до 11 ярусів. Встановлено, що за краплинного зрошення так званих повітряних ярусів, які відростали з наземної частини стебла, в середньому було 4, тоді як без поливу – 2. Також встановлено, що у фазу 7-8 листків проведення міжрядної культивування на глибину 8 см пошкоджувало скелетні вузлові корені, які розміщувались досить близько до поверхні ґрунту. При чому у подальшому на зрошуваних варіантах спостерігали



а) варіант з природнім зволоженням



б) варіант з РПВГ 70 % НВ



в) варіант з РПВГ 80 % НВ

г) варіант з РПВГ 90 % НВ

Рисунок 5.2 – Характер розвитку та розміщення кореневої системи рослин картоплі весняного строку садіння в умовах краплинного зрошення

явище регенерації коріння, тоді як на богарі пошкоджене коріння після підрізання не відростало.

В умовах краплинного зрошення корені 1, 2 та 3-го ярусів розміщувались майже паралельно поверхні ґрунту, а на відстані 42-51 см від стебла спрямовувались більш вертикально вниз. У той же час корені 4-9 ярусів здебільшого розміщувались вертикально (рисунок 5.3).

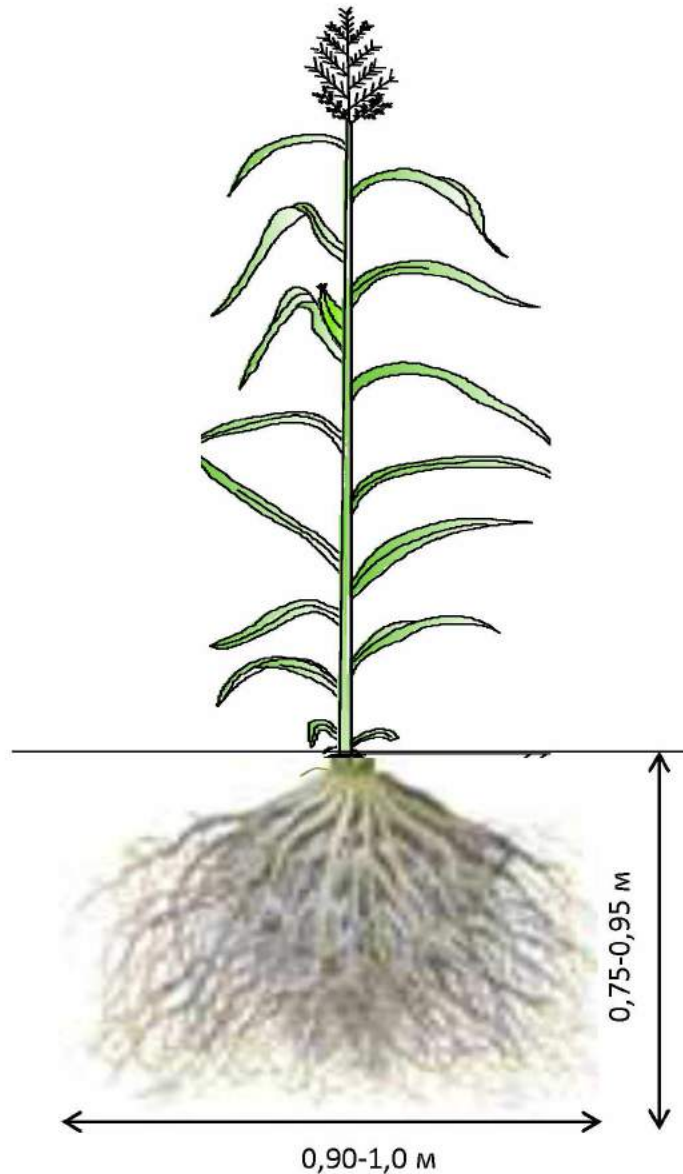


Рисунок 5.3 – Схематичне розміщення основної маси (70-75 %) кореневої системи рослин зернової кукурудзи за краплинного зрошення (РПВГ–85% НВ)

Максимальної глибини окремі корені досягали у період цвітіння волотей – 2,05-2,15 м, хоча на зрошуваних варіантах максимальна глибина зволоження становила близько 50 см.

Також відмітимо, що в умовах краплинного зрошення освоювання рослинами незрошеного міжряддя теж відбувалося досить активно: проведений облік та зважування свідчать, що на відстані 35 см маса коренів у моноліті (10 см х 100 см) зрошеного міжряддя була 8,95 г, незрошеного – 5,42 г.

Встановлено, найменш розвинута та розгалужена коренева система кукурудзи зернової була у варіанті без зрошення, відповідно, найбільш розвинена та розгалужена – на варіанті із РПВГ 90 % від НВ ґрунту (рисунок 5.4).

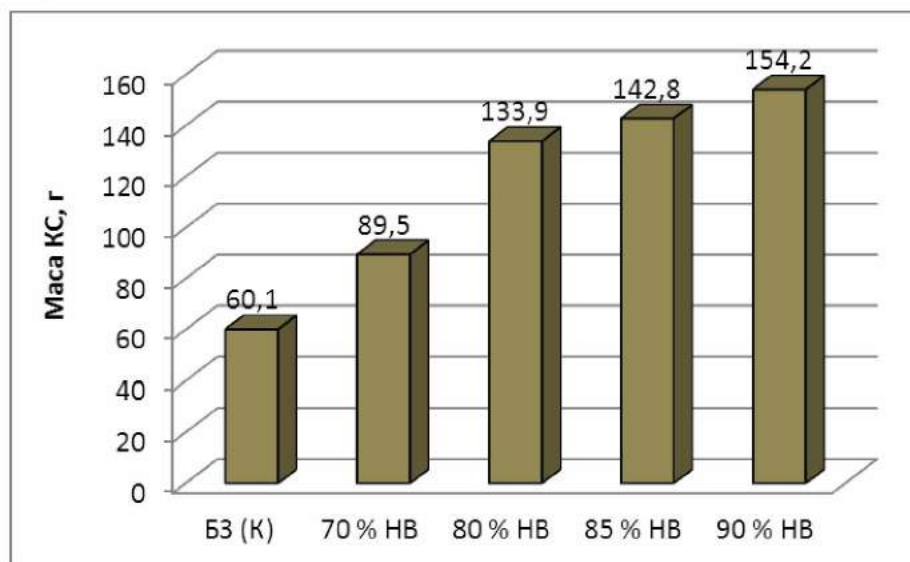


Рисунок 5.4 – Вплив РПВГ на масу кореневої системи зернової кукурудзи за краплинного зрошення ($НІР_{0,5} = 4,15$).

Характер розміщення кореневої системи рослин зернової кукурудзи за краплинного зрошення (РПВГ – 85 % від НВ ґрунту) наведено у фотозвіті про дослід (рисунок 5.5).

Пасльонові овочеві культури – перець солодкий та баклажан. Коренева система цих рослин стрижневого типу (після садіння розсади набувала ознак мичкуватої КС), схильна до гілкування, з великою кількістю бічних і додаткових кореневих відгалужень. На зрошенні основна маса (біля 75 %) фізіологічно активних кореневих відгалужень перцю було розміщено у шарі ґрунту 0-30 см, тоді як баклажану – 0-40 см. У варіанті без поливу



Рисунок 5.5 – Характер розвитку та розміщення кореневої системи рослин зернової кукурудзи в умовах краплинного зрошення (РПВГ – 85 % від НВ ґрунту)

окремі корені рослин перцю сягали глибини 75-80 см, тоді як баклажану – 135-145 см (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – Вплив РПВГ на розповсюдження та вагу кореневої системи за краплинного зрошення пасльонових овочевих культур

№ з/п	РПВГ, % від НВ ґрунту	Параметри розміщення 75 % кореневої системи					
		перець солодкий			баклажан		
		глибина, см	ширина, см	абс. суха маса, т/га	глибина, см	ширина, см	абс. суха маса, т/га
1	без зрошення	79,5	45,1	0,631	145,1	64,6	0,875
2	70	64,3	40,0	0,985	102,4	44,1	1,215
3	75-85	–	–	–	69,0	42,5	1,483
4	80	53,8	45,7	1,202	65,2	50,4	1,523
5	90-80	50,4	43,7	1,234	–	–	–
6	90	46,7	46,8	1,355	55,2	54,3	1,672
7	95	44,6	47,1	1,411	52,1	49,8	1,741
–	<i>НІР_{0,5}</i>	4,33	3,25	0,116	5,20	3,66	

Характер розміщення кореневої системи пасльонових овочевих культур за краплинного зрошення (РПВГ – 90 % від НВ ґрунту) та в богарних умовах наведено у фотозвіті про дослід (рисунок 5.5).

Соя. Коренева система – стрижневого типу. Особливістю її формування в умовах краплинного зрошення є відносно не глибоке розміщення центрального кореня, від якого у верхній частині відходить багато бічних кореневих відгалужень. Основна маса кореневої системи на зрошуваних варіантах розміщувалась у верхніх шарах ґрунту на глибині до 25-30 см, у богарних умовах – до 40-45 см, а окремі корені сягали 1,25-1,30 м. Основна частина симбіотичного апарату формувалась у шарі 0-15 см та в радіусі 5-12 см від центрального кореня рослини.

Накопичення абсолютно сухої маси (т/га) кореневої системи рослин сої в умовах краплинного зрошення та без поливу за різної густоти рослин на рисунку 5.7.



а) баклажану розсадного

б) перцю солодкого розсадного

Рисунок 5.6 – Характер розміщення кореневої системи пасльонових овочевих культур за краплинного зрошення (РПВГ – 80 та 90 % від НВ ґрунту) та в богарних умовах

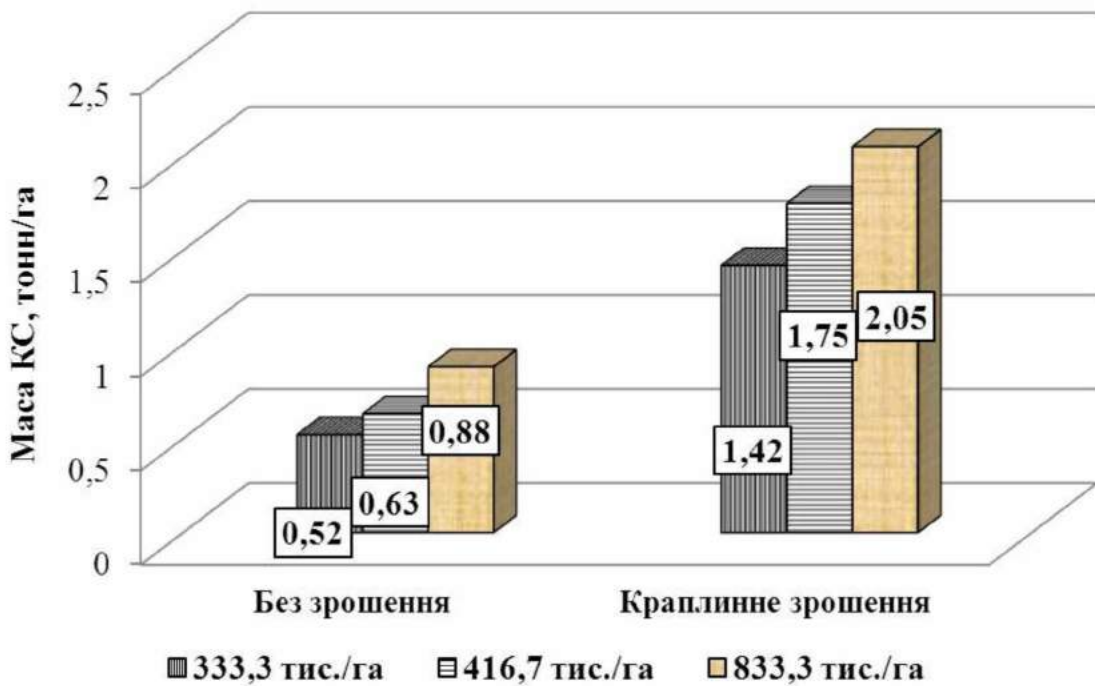


Рисунок 5.7 – Накопичення абсолютно сухої маси кореневої системи рослин сої в умовах краплинного зрошення та без поливу ($HIP_{AB} = 0,162 \text{ т/га}$)

Найбільшу масу сухих коренів рослинами сої сформовано за краплинного зрошення та густоти 833,3 тис. рослин/га – 2,05 т/га, відповідно, найменшу – 0,52 т/га – без зрошення та густоти 333,3 тис. рослин/га. Зазначимо, що у цих дослідках, в умовах краплинного зрошення, прямого зв'язку маси сухих коренів та врожайності культур не було встановлено.

Буряк цукровий (КДДС, дослід № 6). Коренева система – стрижневого типу. Особливістю її формування в умовах краплинного зрошення є густо розгалужена сітка корневих відгалужень, які фіксували на глибині до 1,85-2,00 м, а в ширину – до 0,45-0,55 м. Проте, основна маса їх знаходилась в шарі ґрунту 0-40 см. В богарних умовах фіксували корені, які проникали на глибину 2,55-2,65 м (таблиця 5.5).

Як свідчать результати досліджень, у I-й половині вегетаційного періоду коренева система буряка росла досить повільно. Більш інтенсивний розвиток на всіх варіантах відмічено з настанням фази «початок утворення коренеплодів-технічна стиглість». Максимальний ріст і розвиток кореневої

системи спостерігали у період найбільш посиленого росту коренеплоду і листкового апарату – з II декади липня по III декаду серпня.

Глибину проникнення і особливості розміщення кореневої системи рослин буряка цукрового за шарами ґрунту наприкінці вегетаційного періоду за краплинного зрошення та в богарних умовах наведено у таблиці 5.5 (схема розміщення ПТ – через 1 міжряддя).

Таблиця 5.5 – Глибина проникнення і особливості розміщення кореневої системи рослин буряка цукрового за шарами ґрунту

Шар ґрунту, см	Природне зволоження			Краплинне зрошення		
	маса коріння, г	% від загальної кількості	% зростаючим підсумком	маса коріння, г	% від загальної кількості	% зростаючим підсумком
0-10	0,94	13,33	13,33	4,40	22,92	22,92
11-20	1,20	17,02	30,35	3,96	20,63	43,55
21-30	1,02	14,47	44,82	2,97	15,47	59,02
31-40	0,94	13,33	58,15	2,42	12,60	71,62
41-50	0,60	8,51	66,66	1,65	8,59	80,21
51-60	0,60	8,51	75,17	0,99	5,16	85,37
61-70	0,43	6,10	81,27	0,66	3,44	88,81
71-80	0,26	3,69	84,96	0,55	2,86	91,67
81-90	0,17	2,41	87,37	0,44	2,29	93,96
91-100	0,17	2,41	89,78	0,33	1,72	95,68
101-120	0,17	2,41	92,19	0,22	1,15	96,83
121-140	0,14	1,99	94,18	0,22	1,15	97,98
161-180	0,11	1,56	95,74	0,20	1,04	99,02
181-200	0,09	1,28	97,02	0,19	0,98	100,0
201-220	0,08	1,13	98,15	0	0	-
221-240	0,07	0,99	99,14	0	0	-
241-260	0,06	0,85	100,0	0	0	-
Всього:	7,05	100,0	100,0	19,20	100,0	100,0

Аналізуючи дані таблиці 5.5, констатуємо, що в богарних умовах біля 75 % маси кореневої системи рослин буряка цукрового знаходиться у верхньому 0-60 см шарі ґрунту, а в умовах краплинного зрошення – 0-40 см шарі. Окремі корені без зрошення досягали глибини 2,55-2,65 м, а в зрошуваних умовах – 1,85-2,00 м.

Цибуля ріпчаста. Коренева система – мичкувата, розміщена у верхньому орному шарі ґрунту (0-30 см), порівняно із пасльоновими овочевими рослинами розвинута більш слабко.

Темпи росту кореневої системи в різні фази вегетації були неоднаковими, в інтенсивність наростання змінювалась залежно від віку рослин. Ростові процеси як надземної маси, так і КС на початку вегетації відбувалися досить повільно. У фазі 2-3-х листків сумарна довжина коріння складала від 6,0 до 11,1 см (залежно від РПВГ). Різке посилення ростових процесів у фазу 5-6 листків і період формування цибулин. Глибина проникнення кореневої системи за варіантами дослідів різнилась наступним чином. На кінець вегетаційного періоду довжина коріння становила: на варіантах з РПВГ 90 % від НВ – 37,7-49,3 см, РПВГ 80 % від НВ – 35,1-47,7 см, РПВГ 70 % НВ – 31,1-45,9 см, без зрошення – 22,5-24,1 см. Аналізуючи динаміку маси сухого коріння, можна відзначити загальну тенденцію для різних режимів краплинного зрошення. На варіантах із підтриманням вологості 90 % НВ маса коріння була найбільша – 0,522-1,077 г. Із зниженням РПВГ спостерігали зменшення маси сухого коріння: на варіанті з РПВГ 70 % від НВ маса кореневої системи складала 0,436-0,854 г, що в порівняно із іншими варіантами менше в 1,20 – 1,26 рази (таблиця 5.6).

Таблиця 5.6 – Динаміка сухої маси кореневої системи цибулі ріпчастої за краплинного зрошення залежно від РПВГ, г

Параметр	РПВГ, % від НВ ґрунту					
	БЗ (К)	ДП*	70	80-70	80	90
Маса сухих коренів, г	2 – 3 листка					
	0,314	0,417	0,436	0,461	0,460	0,522
	формування цибулин					
	0,512	0,688	0,721	0,833	0,832	0,841
	технічна стиглість					
	0,774	0,823	0,854	0,967	0,978	1,077

*Примітка – ДП – довсходові поливи.

Кавун. На початковому етапі життя рослин коренева система розвивалась досить швидко. Фізіологічно активна частина її розміщувалась головним чином на коренях другого та третього порядків, у силу чого вони відігравали основну роль у споживанні вологи і елементів живлення. Головний корінь на зрошенні проникав на глибину 1,35-1,50 м. Максимальний діаметр його становив 12-14 мм.

Коренева система кавуна з усіма розгалуженнями охоплювала до 4-6 м³ ґрунту. Бокові корені першого порядку були довшими, ніж у стрижневого та сягали 1,5-2,1 м. Максимальних розмірів коренева система досягала у період цвітіння, після чого повільно відмирала, починаючи з периферії.

На будову та розміри кореневої системи впливали вологість ґрунту та площа живлення рослин. За схеми сівби 1,4 x 1,4 м коренева система розташовувалась ближче до поверхні ґрунту та розповсюджувалась ширше, ніж за схем сівби 1,4 x 0,7 та 1,4 x 1,1 м.

Фізіологічно активна частина кореневої системи була розташована в основному на коренях другого та третього порядків (близько 90 %).

Встановлено, що у фазу «шатрика» у горизонті 0-10 см знаходилося 96 % кореневої системи, а у горизонті 11-20 см – 4 %. За мірою розвитку рослин відбувалось формування і кореневої системи. У фазу утворення гудини у шарах 0-10, 11-20 та 21-30 см було розміщено 76,0, 20,5 та 3,5 % відповідно, а наприкінці вегетації спостерігається зменшення вмісту коренів у шарі 0-10 см до 54,2 %, 11-20 см – до 28,2 %, 21-30 см – 16,5 % та 31-40 см – 1,1 %. У варіанті природного зволоження коренева система кавуна характеризувалася більшою кількістю якірних та робочих (поглинаючих) коренів (рисунок 5.8).

Отже, вивчення кореневої системи кавуна на зрошуваних та богарних ділянках показує, що основна маса коренів знаходилась у шарі ґрунту 0-30 см, а головний корінь проникав на глибину 135-150 см.



а) без зрошення



б) за краплинного способу поливу (РПВГ – 75 % НВ)

Рисунок 5.8 – Характер розміщення кореневої системи кавуна на богарній ділянці та за краплинного зрошення

Таким чином, результати досліджень свідчать, що характер розвитку, глибину та ширину, кількість коренів було обумовлено РПВГ та параметрами зон зволоження. На варіантах із природнім зволоженням корені рослин, у «пошуках» вологи, проникали найглибше, а сама коренева

система була найменш розвинута, порівняно із зрошуваними варіантами. Зі збільшенням РПВГ прослідковувалась тенденція до зменшення глибини розташування кореневої системи, збільшення ширини її розповсюдження, а також загальної кількості та ваги коренів. Причому, таку тенденцію було збережено і на варіантах з високими РПВГ (90-95-ПВ). Разом з цим, кореляційний зв'язок між масою сухих коренів та врожайністю культур встановлено лише між богарними та зрошуваними варіантами.

5.2 Вплив факторів на врожайність просапних сільськогосподарських культур

Урожайність та якість продуктивних органів – одні із ключових критеріїв оцінки ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур. В наших дослідженнях виконано аналіз впливу краплинного зрошення, рівня передполивної вологості ґрунту, схем сівби (густота) рослин, строків збирання, гібридного складу, доз мінеральних добрив та методу призначення строків вегетаційних поливів на врожайність та якість продуктивних органів просапних культур.

Дослід № 1 (КДДС). Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності картоплі весняного строку садіння залежно від РПВГ (2006-2008 рр.).

Досліджуваний фактор (РПВГ) мав достовірний вплив на формування врожайності бульб ранньої картоплі. Так, у богарних умовах (контроль) було отримано мінімальну врожайність бульб – 6,47 т/га (таблиця 5.7). Застосування краплинного зрошення підвищувало врожайність бульб на 9,28-20,63 т/га або 138,8-318,9 %. Причому різке зростання врожайності фіксуємо вже у варіанті із помірним зрошенням – 60 % від НВ – на 9,28 т/га або у 2,43 рази. З подальшим зростанням РПВГ відслідковуємо зростання врожайності: до 20,43 (70 % від НВ) та 27,10 т/га (80 % від НВ). У варіанті з

РПВГ 90 % від НВ констатуємо незначне зниження врожайності – до 26,61 т/га порівняно із РПВГ 80 % НВ. Проте, зафіксоване зниження врожайності показує лише динаміку, адже знаходиться в межах похибки досліду ($НІР_{0,5 \text{ т/га}} = 1,883$).

Таблиця 5.7 – Вплив передполивної вологості ґрунту на врожайність бульб картоплі весняного строку садіння (2006-2008 рр.)

Варіанти досліду, РПВГ, % від НВ	Урожайність, тонн/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
без зрошення (контроль)	6,47	–	–
60	15,75	9,28	138,8
70	20,43	13,96	215,8
80	27,10	20,63	318,9
90	26,61	20,14	311,3
<i>НІР_{0,5 т/га}</i>	<i>1,883</i>	–	–

Закономірно, що на контрольному варіанті (без зрошення) зафіксовано найменшу середню масу бульб (32,8 г), загальну масу бульб з куща (164,1 г) та кількість бульб з куща (5,0 шт.). Причому, аналіз структури свідчить, що великих бульб (60-100 г) не було, середніх (30-60 г) – лише 12,0 %, а дрібних (0-30 г) – 88,0 % (таблиця 5.8).

Таблиця 5.8 – Вплив передполивної вологості ґрунту на структуру врожаю картоплі весняного садіння (2006-2008 рр.)

Варіанти, РПВГ	Кількість бульб з куща, шт.	Маса бульб з куща, г	Середня маса бульби, г	% бульб масою 100 г	% бульб масою 60 г	% бульб масою 30 г
Без зрошення	5	164,1	32,8	–	12,0	88,0
60 % від НВ	6	356,5	59,4	46,0	46,5	7,5
70 % від НВ	6,5	436,2	67,1	53,0	42,0	5,0
80 % від НВ	6,5	490,8	75,5	55,0	41,0	4,0
90 % від НВ	7,0	475,4	67,9	54,0	43,0	3,0

Застосування краплинного зрошення якісно поліпшувало структуру врожаю картоплі. Так, за помірного режиму зрошення (РПВГ 60 % від НВ) кількість великих і середніх бульб становила 92,5 %, у варіанті з РПВГ 70 % від НВ – 95,0 %, РПВГ 80 % – 96,0 % та РПВГ 90 % від НВ – 97 %. Маса бульб з 1 куша на краплинному зрошенні становила 356,5-490,8 г, середня маса бульби – 59,4-75,5 г у розрізі варіантів з РПВГ 60 – 90 % від НВ ґрунту відповідно.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності бульб ранньої картоплі від водного режиму ґрунту:

$$Y = -1E-0,5x^2 + 0,059x - 55,481, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність бульб, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-1} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Оптимальним варіантом, який забезпечив найвищий рівень врожайності у досліді – 27,10 т/га, є реалізація режиму зрошення з РПВГ 80 % від НВ ґрунту.

Дослід № 2 (КДДС). Дослідити водний режим ґрунту, процеси водоспоживання та формування врожайності кукурудзи цукрової залежно від РПВГ (2007-2009 рр.).

Досліджуваний фактор (РПВГ), за аналогією із попереднім дослідом, також мав достовірний вплив на формування врожайності качанів кукурудзи цукрової (таблиця 5.9). Так, у богарних умовах отримано найнижчий рівень врожайності – 5,6 т/га. Застосування краплинного зрошення суттєво збільшує врожайність качанів – до 13,5-18,2 т/га або у 5,41-3,25 рази. У варіанті з помірним зрошенням (60 % від НВ) було отримано врожайність 13,5 т/га, із підвищенням РПВГ врожайність достовірно зростала до 15,1 т/га (70 % від НВ) та 18,2 т/га (80 % від НВ). На варіантах із інтенсивним зрошенням (90 та 95 % від НВ) спостерігали зниження врожайності

(порівняно із РПВГ 80 % від НВ) до 15,2 т/га або на 16,48 % та до 14,4 т/га або на 20,88 %.

Таблиця 5.9 – Вплив передполивної вологості ґрунту на врожайність качанів кукурудзи цукрової (2007-2009 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Урожайність, тонн/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
без зрошення (контроль)	5,6	–	–
60	13,5	7,9	141,1
70	15,1	9,5	169,6
80	18,2	12,6	225,0
90	15,2	9,6	171,4
95	14,4	8,8	157,1
<i>НІР_{0,5 м/га}</i>	<i>1,124</i>	–	–

Аналіз структури врожаю кукурудзи цукрової (параметри качана, кількість рядів, зерен, зерен в ряду, довжина зерен) практично відповідав закономірностям формування врожайності культури в цілому (таблиця 5.10).

Таблиця 5.10 – Структура врожаю кукурудзи цукрової залежно від рівня зволоження кореневого шару ґрунту

Параметр	РПВГ, % від НВ					
	БЗ	60	70	80	90	95
Довжина качана, см	13,5	16,2	17,0	20,5	17,3	16,2
Маса качана з зерном, г	168,5	261,9	310,6	374,2	315,8	295,6
Діаметр качана із зерном, мм	11,7	28,1	33,4	40,2	33,9	31,8
Діаметр качана, мм	6,4	15,5	18,3	22,1	18,7	17,5
Кількість рядів, шт.	3,9	9,3	11,0	13,3	11,2	10,5
Кількість зерен в ряду, шт.	9,4	22,7	26,9	32,4	27,3	25,6
Кількість зерен, шт.	157,4	380,0	450,5	542,8	458,1	428,8
Довжина зерна, мм	2,6	6,3	7,5	9,0	7,6	7,1

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності качанів кукурудзи цукрової від водного режиму ґрунту:

$$Y = -2E - 0,6x^2 + 0,0146x - 7,2618, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність качанів, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-2} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Оптимальним варіантом, який забезпечив найвищий рівень врожайності у досліді – 18,20 т/га, є реалізація режиму зрошення з РПВГ 80 % від НВ ґрунту.

Дослід № 3 (КДС). Дослідити закономірності процесів сумарного водоспоживання, встановити залежність «Водоспоживання – Врожайність» за краплинного зрошення перцю солодкого розсадного.

Передполивна вологість ґрунту мала достовірний вплив на процеси формування врожаю плодів перцю солодкого розсадного. Як було вказано раніше (підрозділ 4.2) у варіанті без зрошення було проведено від 3 до 5 приживлювальних поливів, норма зрошення складала 220-400 $m^3/га$. Саме ці стартові вологозапаси та продуктивні опади протягом вегетаційного періоду формували врожайність плодів перцю у цьому варіанті на рівні 24,3 т/га (таблиця 5.11).

Таблиця 5.11 – Вплив передполивної вологості ґрунту на врожайність плодів перцю солодкого розсадного (2010-2014 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Урожайність, тонн/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
без зрошення (контроль)	24,3	–	–
70	34,6	10,3	42,4
80	48,2	23,9	98,4
90-80	57,8	33,5	137,9
90	49,5	25,2	103,7
95	44,0	19,7	81,1
<i>НІР_{0,5 м/га}</i>	<i>1,924</i>	–	–

Реалізація помірною режиму зрошення із РПВГ 70 % від НВ ґрунту забезпечувала приріст врожайності 10,3 т/га або +42,4 % до контрольного варіанту. Подальше підвищення передполивного порогу вологості ґрунту забезпечило зростання врожайності до 48,2 т/га та 57,8 т/га або 98,4-137,9 % для варіантів 80 та 80-70 % від НВ ґрунту відповідно. Реалізація одного із інтенсивних РПВГ – 90 % від НВ обумовила зниження рівня врожайності плодів (порівняно із диференційованим режимом 80-70 % від НВ) на 8,3 т/га або на 14,4 %. Найінтенсивніший режим краплинного зрошення із РПВГ 95 % від НВ забезпечував врожайність лише на рівні 44,0 т/га, що нижче, ніж у варіанті з РПВГ 80-70 % від НВ на 13,5 т/га або 23,5 %.

Структуру врожаю перцю солодкого визначали у розрізі варіантів дослідів у фазу технічної стиглості. З 10 зразків визначали середню вагу, довжину та діаметр плодів перцю (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 – Структура врожаю плодів перцю солодкого розсадного залежно від рівня зволоження ґрунту

Параметр	РПВГ, % від НВ					
	БЗ (К)	70	80	80-70	90	95
Маса плоду, г	56,9	77,1	113,5	132,4	117,7	105,2
Довжина плоду, см	9,2	10,2	12,5	13,1	12,7	11,5
Діаметр плоду, мм	6,2	6,4	6,8	7,3	6,9	6,5

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності плодів перцю солодкого розсадного від водного режиму ґрунту:

$$Y = -5E-0,6x^2 + 0,0543x - 89,946, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність плодів, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-5} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Оптимальним варіантом дослідів, який забезпечив найвищий рівень врожайності плодів перцю солодкого розсадного у досліді – 57,8 т/га, є реалізація диференційованого режиму краплинного зрошення з РПВГ 90 %

від НВ ґрунту від «садіння розсади до початку плодоутворення» та 80 % від НВ ґрунту від «початку плодоутворення до кінця вегетації».

Дослід № 4 (КДДС). Дослідити закономірності процесів сумарного водоспоживання, встановити залежність «Водоспоживання – Врожайність» за краплинного зрошення баклажану розсадного.

Аналогічно проведенню дослідів № 3, у контрольному варіанті (без зрошення) також було проведено 3-5 поливів для приживлення розсади (норма зрошення склала 240-450 м³/га). Враховуючи вищу посухостійкість та більш розгалужену кореневу систему (підрозділ 5.1.1) на контрольному варіанті було отримано врожайність плодів на рівні 26,2 т/га (таблиця 5.13).

Таблиця 5.13 – Вплив передполивної вологості ґрунту на врожайність плодів баклажану розсадного (2010-2014 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Урожайність, тонн/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
без зрошення (контроль)	26,2	–	–
70	29,5	3,3	12,6
80	33,5	7,3	27,9
75-85	48,0	21,8	83,2
90	42,9	16,7	63,7
95	33,3	7,1	27,1
<i>НІР_{0,5 n/za}</i>	<i>1,362</i>	–	–

Помірний режим зволоження (з РПВГ 70 % від НВ ґрунту) лише на 3,3 т/га або на 12,6 % підвищував врожайність плодів баклажану. Реалізація режиму із РПВГ 80 % від НВ ґрунту обумовлювала зростання врожайності до 33,5 т/га, що вище контролю на 7,3 т/га або 27,9 %. Найвищий рівень врожайності фіксували за диференційованого режиму краплинного зрошення із РПВГ 75 % від НВ у період «садіння розсади» – «початок

плодоутворення» та 85 % від НВ у період «плодоутворення – кінець вегетації»: 48,0 т/га, що на 21,8 т/га або 83,2 % вище, ніж на контролі. Подальше підвищення передполивного порогу вологості ґрунту до 90 та 95 % від НВ ґрунту достовірно знижувало врожайність плодів (порівняно із РПВГ 75-85 % від НВ) на 5,1 та 14,7 т/га відповідно (або 10,6-30,6 %).

Як свідчать дані аналізування структури врожаю баклажана, маса та розміри плодів залежно від РПВГ становили 254-423 г, довжина – 15,8-22,6 см, діаметр – 8,8-11,4 см (таблиця 5.14). Форма плодів ранньостиглого гібриду Епiк F1 – овально-конічна, видовжена.

Таблиця 5.14 – Структура врожаю плодів баклажану розсадного залежно від рівня зволоження ґрунту

Параметр	РПВГ, % від НВ					
	БЗ (К)	70	80	75-85	90	95
Маса плоду, г	253,9	267,5	309,4	423,0	389,8	323,1
Довжина плоду, см	15,8	16,7	19,5	22,6	20,0	18,6
Діаметр плоду, мм	8,8	9,3	10,5	11,4	10,8	10,1

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності плодів баклажану розсадного від водного режиму ґрунту:

$$Y = -3E - 0,6x^2 + 0,035x - 50,233, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність плодів, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-3} ;

x – $E\tau c$ залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Оптимальним варіантом дослідів, який забезпечив найвищий рівень врожайності плодів баклажану розсадного у досліді – 48,0 т/га, є реалізація диференційованого режиму краплинного зрошення з РПВГ 75 % від НВ ґрунту у період «садіння розсади» – «початок плодоутворення» та 85 % від НВ ґрунту у період «плодоутворення – кінець вегетації».

Дослід № 5 (КДДС). Дослідити схеми сівби (густоту рослин) та ефективність краплинного зрошення насінневої сої [662].

У цьому досліді встановлено, що в умовах Степу України врожайність бобів насінневої сої на варіантах краплинного зрошення складає 5,33-5,94 т/га, а без зрошення – 2,65-2,99 т/га, приріст врожайності від застосування краплинного зрошення дорівнює 2,68-3,16 т/га або 101,1-113,7 % (рисунок 5.9).

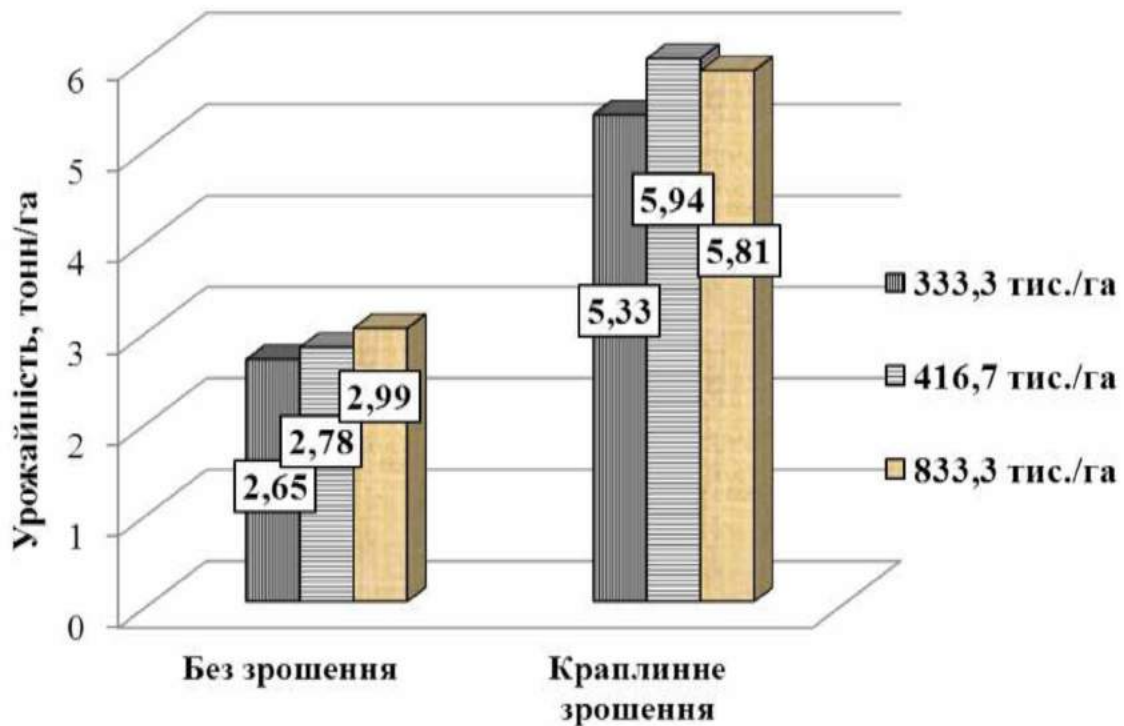


Рисунок 5.9 – Урожайність бобів насінневої сої залежно від густоти рослин і зрошення ($HP_{0,5} = 0,433$)

Статистичний аналіз даних щодо врожайності бобів насінневої сої свідчить про достовірне збільшення цього показника у варіанті з формуванням густоти 417 та 833 тис.шт./га порівняно із варіантом 333 тис.шт./га. Разом із тим, встановлено, що застосування звичайного рядкового способу посіву зі збільшенням густоти до 833 тис.шт./га не забезпечує зростання врожайності, вона, навпаки, дещо знижується (на 2,2-2,9 %).

У частині визначення структури врожаю сої визначали такі параметри: кількість бобів на 1 рослину, кількість насінин на 1 рослину, маса 1000 насінин та маса бобів на 1 рослину (таблиця 5.15).

Таблиця 5.15 – Структура врожаю бобів сої за краплинного зрошення та у богарних умовах залежно від густоти рослин

Параметр	БЗ (К)			КЗ		
	333	417	833	333	417	833
кількість бобів на 1 рослину	32,2	29,8	26,2	64,0	57,8	42,3
кількість насінин на 1 рослину	44,2	42,1	39,8	87,4	97,5	70,5
маса 1000 насінин, г	99,8	101,2	92,9	188,4	182,2	167,4
маса бобів на 1 рослину	8,05	6,75	3,95	16,15	14,48	8,11

В аспекті аналізування даних структури врожаю сої відмітимо, що середня маса 1000 бобів в умовах краплинного зрошення дорівнювала 167,4-188,4 г. У той же час, при наведенні характеристик цього сорту автори вказують цей параметр на рівні 138,9 г [571]. Це є свідченням розкриття більш повного потенціалу цього сорту в умовах краплинного зрошення на фоні внесення розчинних добрив з поливною водою (фертигації).

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності бобів насінневої сої від водного режиму ґрунту:

$$Y = -2E - 0,7x^2 + 0,0022x - 2,0255, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність бобів, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-2} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Отже, як свідчать експериментальні дані, кращим варіантом дослідження, який забезпечив найвищий рівень врожайності бобів насінневої сої у досліді – 5,94 т/га, є застосування краплинного зрошення з РПВГ 80-80-70 % від НВ ґрунту на фоні густоти рослин 417,6 тис. шт./га.

Дослід № 6 (КДДС). Дослідити схеми розміщення поливних трубопроводів та ефективність краплинного зрошення буряка цукрового. Напрямок вирощування культури – для переробки коренеплодів та гички на біогаз. Попередник – соя насіннева на краплинному зрошенні.

У представленому досліді більший вплив на продуктивність рослин буряку цукрового мав РПВГ. Так, за краплинного зрошення з РПВГ врожайність коренеплодів становила 82,47-96,78 т/га, гички – 59,43-70,84 т/га, а загальна – 141,9-167,62 т/га. На варіантах без зрошення, враховуючи проведення 3-4 сходовикликаючих поливів, врожайність теж була відносно висока – 50,99-51,24 т/га коренеплодів, 22,96-23,20 т/га – гички та 73,95-74,44 т/га – загальна (таблиця 5.16).

Таблиця 5.16 – Вплив краплинного зрошення та схем розміщення ПТ на продуктивність буряка цукрового, т/га

РПВГ фактор А	Урожайність, тонн/га			Приріст урожайності	
	коренеплодів	гички	загальна	тонн/га	%
ПТ через 1 міжряддя (0,90 м), фактор В					
Без зрошення (К)	51,24	23,20	74,44	–	–
КЗ 80-70% НВ	82,47	59,43	141,9	67,46	90,6
ПТ у кожний рядок (0,45 м), фактор В					
Без зрошення (К)	50,99	22,96	73,95	–	–
КЗ 80-70% НВ	96,78	70,84	167,62	93,67	126,7
НІР _{0,5} А –	6,82	3,24	8,11	–	–
В –	2,56	1,43	4,01		
АВ –	7,05	3,87	8,56		

Укладання ПТ за КЗ у кожний рядок, завдяки більш рівномірному розподіленню вологи та розчину мінеральних добрив, достовірно збільшувало врожайність коренеплодів на 14,31 т/га, гички – на 11,41 т/га, а загальну – на 25,72 т/га.

У структурі врожаю визначали масу 1 рослини, діаметр та довжину коренеплоду (таблиця 5.17).

Таблиця 5.17 – Структура врожаю буряка цукрового за краплинного зрошення та у богарних умовах залежно від розміщення ПТ

РПВГ фактор А	Вага 1 рослини, г	Діаметр коренеплоду, см	Довжина коренеплоду, см
ПТ у кожний рядок (0,45 м), фактор В			
Без зрошення (К)	1143	8,77	26,4
КЗ 80-70% НВ	1426	11,87	21,9
ПТ через 1 міжряддя (0,90 м), фактор В			
Без зрошення (К)	1125	8,70	26,8
КЗ 80-70% НВ	1610	12,05	20,7
НІР _{0,5}	13,54	0,854	2,04

Як свідчать результати дослідів № 7, кращим варіантом для вирощування буряка цукрового для переробки на біогаз є застосування краплинного зрошення з укладанням ПТ у кожне міжряддя. Це забезпечує отримання загальної врожайності (коренеплоди + гичка) на рівні 167,6 т/га.

Дослід № 9 (КДДС). Дослідити водний режим ґрунту, процеси сумарного водоспоживання та формування врожайності зернової кукурудзи залежно від рівня передполивної вологості кореневого шару ґрунту (2013-2015 рр.).

Експериментальні дані щодо впливу РПВГ на формування врожайності зерна кукурудзи наведено у вигляді гістограми на рисунку 5.10 [679].

Врожайність зерна кукурудзи залежала від РПВГ та погодних умов вегетаційного періоду окремого року. Результати свідчать, що застосування краплинного зрошення у середньому за три роки підвищує врожайність зерна кукурудзи від 1,9 до 3,25 разів порівняно із богарними умовами вирощування. Найвищу врожайність зерна кукурудзи забезпечили два варіанти: з рівнем передполивної вологості ґрунту 85 % від НВ ґрунту та 90 % від НВ ґрунту – 17,15 і 17,34 т/га відповідно, що перевищило контроль (без зрошення) на 11,82-12,01 т/га або 221,8-225,3 %. Різниця в урожайності

між цими варіантами (0,19 т/га) знаходиться у межах похибки досліду ($НІР_{0,5т/га} = 1,410$ т/га).

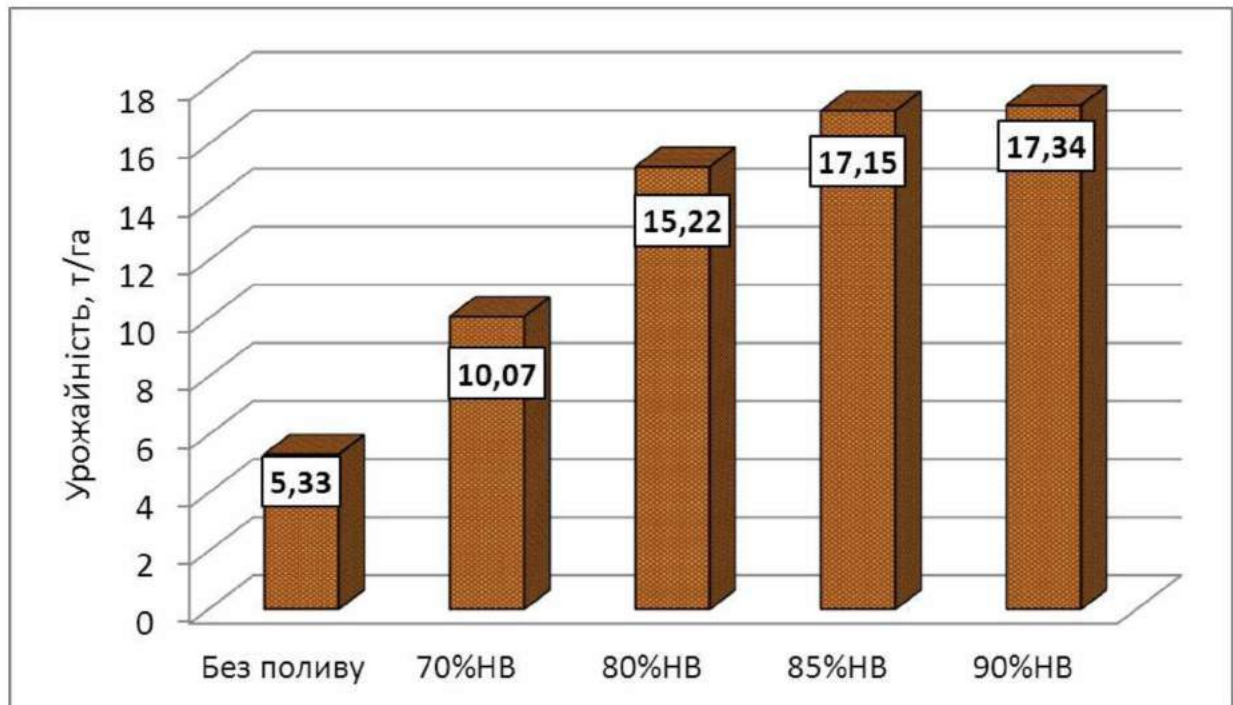


Рисунок 5.10 – Впливу РПВГ на формування врожайності зерна кукурудзи за краплинного зрошення (КДДС, 2013-2015 рр.)

Додатково, у відповідності з чинними методиками [432], проведено аналіз структури врожаю кукурудзи залежно від РПВГ (таблиця 5.20).

Таблиця 5.20 – Структура врожаю та передзбиральна вологість зерна кукурудзи залежно від РПВГ (2013-2015 рр.)

Параметри структури врожаю	Варіанти досліду, % від НВ ґрунту					$НІР_{0,5}$
	Контроль	70	80	85	90	
Довжина качана, см	14,9	17,9	20,6	22,7	22,8	2,5
Вага качана із зерном, г	118,1	229,4	259,8	284,6	287,0	22,5
Діаметр качана із зерном, мм	42,5	46,3	51,1	54,1	54,6	2,8
Діаметр качана, мм	24,4	25,0	26,2	28,4	28,6	0,9
Вага качана, г	22,6	25,7	30,2	33,8	34,1	3,22
Кількість рядів, шт.	14,0	16,0	17,5	19,3	19,2	1,61
Кількість зерен в ряду, шт.	31,5	32,1	35,5	39,0	39,5	4,29
Вага зерна, г	133,9	169,8	211,1	234,1	236,1	23,11
Вага 1000 зерен, г	245,2	317,5	390,1	411,4	414,4	9,4
Вологість зерна, %	9,5	10,0	11,6	12,4	13,8	0,46

В цілому, структура врожаю кукурудзи відповідала нормативним показникам згідно ДСТУ 4525:2006 (Кукурудза. Технічні умови) [302]. Вплив РПВГ на параметри структури врожаю був ідентичний змінам величини врожайності у розрізі варіантів дослідів. Для прикладу: найбільшу вагу зерна в качані та максимальну вагу 1000 зерен фіксували на варіантах із РПВГ 85 та 90 % НВ. Передзбиральна вологість зерна кукурудзи на всіх варіантах дослідів була нижче базової (14 %). На контролі (без зрошення) вона становила 9,5 %, поступово зростаючи до 12,4-13,8 % (варіанти 85 і 90 % від НВ відповідно).

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності зерна кукурудзи від водного режиму ґрунту:

$$Y = -3E-0,7x^2 + 0,0056x - 9,1912, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність бобів, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-3} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Таким чином, аналіз отриманих результатів досліджень засвідчує, що найбільш оптимальним, щодо використання вологи рослинами кукурудзи в умовах Степу України, є рівень передполивної вологості ґрунту 85 % від НВ ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Дослід № 11 (ДП «ДГ «Брилівське»). Дослідити водний режим ґрунту, процеси сумарного водоспоживання та формування врожайності ранньостиглої цибулі ріпчастої залежно від рівня передполивної вологості ґрунту (2011-2013 рр.).

Експериментальні дані щодо впливу РПВГ на формування врожайності ранньостиглої ріпчастої цибулі наведено у вигляді гістограми на рисунку 5.11 [656, 657].

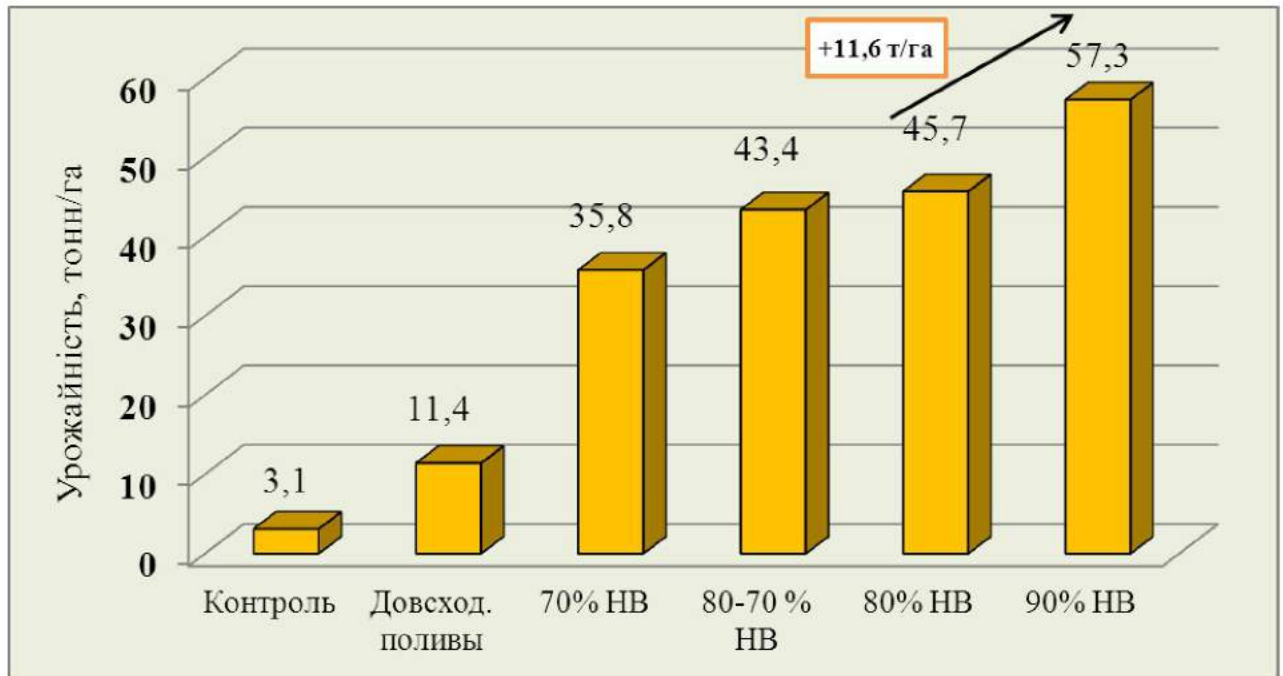


Рисунок 5.11 – Урожайність ранньостиглої ріпчастої цибулі залежно від РПВГ за краплинного зрошення (2011-2013 гг.) ($НІР_{0,5}=3,65$)

Найвищий рівень врожайності товарних цибулин, в середньому за 2011-2013 рр. досліджень, забезпечив РПВГ 90 % від НВ – 57,3 т/га, що перевищило абсолютний контроль (без зрошення) в 18,5 рази або на 54,2 т/га. Порівняння врожайності у розрізі варіантів досліду з РПВГ від 70 до 90 % НВ показує, що за передполивного порогу 90% НВ врожайність перевищує решту варіантів на 20,2-37,5 %.

З метою аналізування структури врожаю визначали такі параметри, як середня маса та діаметр цибулин, а також товарність врожаю згідно з ДСТУ 3234:1995 [624] (таблиця 5.21).

Таблиця 5.21 – Структура врожаю цибулі ріпчастої залежно від РПВГ за краплинного зрошення (2011-2013 рр.)

Параметри структури врожаю	Варіанти дослідження, % від НВ ґрунту						$НІР_{0,5}$
	БЗ (К)	досходові	70	80-70	80	90	
Середня маса цибулини, г	12,8	22,4	39,7	46,7	50,1	65,2	3,504
Середній Ø цибулини, мм	36,4	45,2	54,9	58,0	58,6	60,1	4,551
Товарність, %	32,0	36,8	74,8	88,7	90,2	92,5	5,422

Дані таблиці 5.21 свідчать, що в умовах водного стресу (контрольний варіант та варіант з проведенням лише досходових поливів), отримати товарний врожай цибулин не можливо: на фоні низької продуктивності товарність цибулин складає лише 32,0-36,8 % відповідно. Найвищу ж товарність, середній діаметр та масу цибулин фіксували у варіанті з РПВГ 90 % від НВ. Проте показники середнього діаметру і товарності цибулин були у межах похибки дослідів.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримано математичну залежність урожайності ранньостиглої цибулі ріпчастої від водного режиму ґрунту:

$$Y = -6E - 0,6x^2 + 0,0189x - 17,182, \text{ тонн/га}$$

де Y – урожайність цибулин, тонн/га;

E – лінійний коефіцієнт, 10^{-3} ;

x – ET_c залежно від РПВГ, $m^3/га$.

Таким чином, найвищу врожайність – 57,3 т/га ранньостиглої цибулі ріпчастої на фоні мінімального коефіцієнта водоспоживання ($74,7 m^3/т$) отримано у варіанті з РПВГ 90 % від НВ ґрунту.

Дослід № 12 (ДП «ДГ «Брилівське»). Дослідити вплив гібридного складу, густоти рослин та строків збирання коренеплодів на продуктивність буряка цукрового за краплинного зрошення (2013-2015 рр.) [677].

За результатами проведення дослідів № 11 встановлено, що середня врожайність за першого строку збирання (20 вересня) становила 90,9 т/га, а за другого (21 жовтня) збільшилась на 15,0 т/га (за $НІР_{05}=5,6$ т/га). Збільшення густоти рослин з 88,9 до 111,1 тис. шт./га підвищує врожайність коренеплодів буряку цукрового на 6,0 т/га (+ 6,3 %) (за $НІР_{05}= 2,9$ т/га). В середньому за дослідом врожайність всіх гібридів становила від 96,6 до 99,6 т/га, а різниця за фактором А («гібриди») знаходилась у межах похибки дослідів (за $НІР_{05}=3,2$ т/га) (таблиця 5.22).

Таблиця 5.22 – Урожайність коренеплодів буряка цукрового залежно від строку збирання, густоти рослин та гібриду, тонн/га

Строк (фактор С)	Густота (фактор В)	Гібрид (фактор А)			С НІР ₀₅ =5,6	В НІР ₀₅ =2,9
		Дарія	Світлана	Кармеліта		
20 вересня	88,9	85,0	89,9	89,2	90,9	95,4
	111,1	89,9	94,7	96,7		101,4
21 жовтня	88,9	104,1	103,0	101,2	105,9	95,4
	111,1	107,3	110,7	108,9		101,4
А – НІР ₀₅ =3,2		96,6	99,6	99,0	→	98,4

Часткові $НІР_{05}^A = 13,6(m/га)$ $НІР_{05}^B = 7,1(m/га)$ $НІР_{05}^C = 6,5(m/га)$

З метою аналізування структури врожаю визначали середню вагу коренеплоду, його середній діаметр та довжину (таблиця 5.23).

Таблиця 5.23 – Структура врожаю буряка цукрового залежно від строку збирання, густоти рослин та гібриду

Параметри структури врожаю	20 вересня						21 жовтня						НІР
	88,9 тис.			111,1 тис.			88,9 тис.			111,1 тис.			
	Д	С	К	Д	С	К	Д	С	К	Д	С	К	
Вага коренеплоду, г	1006	1052	1049	851	889	909	1230	1220	1195	1009	1040	1021	36,7
Ø коренеплоду, см	12,1	12,4	12,2	11,1	11,5	11,7	12,6	12,6	12,4	11,6	12,0	11,8	1,30
довжина коренеплоду	21,4	22,0	21,5	20,1	20,0	21,0	22,8	22,2	22,0	21,5	21,6	21,5	1,73

За результатами аналізу експериментальних даних досліду № 11 було отримано рівняння множинної регресії, яке відображає вплив факторів, що досліджували, на урожайність коренеплодів буряка цукрового за краплинного зрошення:

$$Y = 0,279 \cdot x_1 + 0,089 \cdot x_2 + 0,959 \cdot x_3 - 10,221$$

$$R^2 = 0,963$$

$$r = 0,975$$

де, Y – урожайність коренеплодів буряка цукрового, т/га;

x_1 – гібридний склад;

x_2 – густота рослин, тис. шт./га;

x_3 – строк збирання коренеплодів;

Розрахунки за отриманим рівнянням свідчать про високу адаптивність математичної моделі до фактичних значень. Коефіцієнт варіації між теоретичною та фактичною врожайністю коренеплодів знаходиться в межах 0,52-4,95 %, а середнє його значення – 1,68-2,95 %. Це свідчить про невелике варіювання даних ($V < 10 \%$).

Таким чином, вирощування високопродуктивних гібридів буряка цукрового на краплинному зрошенні забезпечує отримання врожайності на рівні 96,6-99,6 т/га. Цих параметрів досягнуто за густоти посіву 111,1 тис. рослин/га і більш пізнього строку збирання – 21 жовтня.

Дослід № 14 (ДП «ДГ «Великі Клини»). Дослідити вплив рівня передполивної вологості ґрунту, площі живлення (густоти рослин) та режимів мінерального живлення на водний режим, водоспоживання та продуктивність рослин кавуна в умовах краплинного зрошення (2006-2008 рр.).

Найнижчу врожайність було отримано у богарних умовах без внесення мінеральних добрив – 7,76 т/га (в середньому у розрізі схем посіву рослин) (таблиця 5.24) [515]. Внесення мінеральних добрив у богарних умовах хоча і підвищило рівень врожайності майже вдвічі (до 14,33 т/га), проте все ж таки вона залишалась на досить низькому рівні. Це свідчить про низьку діє добрих за неоптимального зволоження ґрунту. В середньому на богарних варіантах урожайність становила 11,05 т/га, тоді як за краплинного зрошення – 39,93 т/га. Внесення мінеральних добрив достовірно підвищувало врожайність плодів на 2,16-3,10 т/га. У розрізі різних режимів зрошення, дещо продуктивнішим виявився РПВГ 75-75-75 % від НВ ґрунту: 40,28 т/га проти 39,58 т/га у варіантах з РПВГ65-75-70 5 від НВ ґрунту. За фактором С (площа живлення – густина рослин) на зрошуваних варіантах отримано наступні рівні врожайності: 1,0 м² – 39,4 т/га, 1,5 м² – 41,78 т/га та 2,0 м² – 38,63 т/га. Найвищу врожайність плодів кавуна забезпечило поєднання краплинного зрошення, площі живлення 1,5 м² (схема сівби 1,4 м

х 1,1 м, густота рослин при посіві 6,494 тис. шт./га) на фоні внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₉₀K₆₀.

Таблиця 5.24 – Урожайність та структура врожаю кавуна сорту Княжич залежно від передполивної вологості, площі живлення та удобрення за краплинного зрошення (2006-2008 рр.)

Передполивна вологість ґрунту (фактор А)	Доза добрив (фактор В)	Площа живлення, м ² (фактор С)	Урожайність, т/га	Середня маса плоду, кг	Товарність, %
Без зрошення (контроль)	Без добрив (контроль)	1,0	7,8	2,9	86,5
		1,5	7,9	3,0	84,5
		2,0	7,6	2,9	85,5
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0	12,2	3,5	87,2
		1,5	16,3	3,9	86,9
		2,0	14,5	3,7	86,0
65-75-70	Без добрив (контроль)	1,0	37,5	3,0	85,3
		1,5	38,8	3,8	86,1
		2,0	37,8	3,5	86,5
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0	40,3	3,5	87,2
		1,5	43,5	4,0	88,2
		2,0	39,6	3,9	87,9
75-75-75	Без добрив (контроль)	1,0	37,9	3,9	86,1
		1,5	39,9	4,2	86,5
		2,0	39,8	4,0	86,9
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0	41,9	4,0	87,2
		1,5	44,9	4,8	89,2
		2,0	37,3	4,3	87,9

НІР_{0,5}

А

0,99

В

0,42

С

0,82

АВ

1,09

АС

1,07

ВС

1,96

АВС

2,13

Згідно з ДСТУ 3805:1998 [237] було проаналізовано структуру врожаю кавуна (таблиця 5.24). Встановлено, що досліджувані фактори впливали на середню масу плоду та практично не впливали на їх товарність. Так, найвища середня маса була у варіанті «краплинне зрошення з РПВГ 75-75-75 % від НВ ґрунту + схема живлення 1,5 м² + доза внесення добрив N₆₀P₉₀K₆₀», а найменша – без зрошення, без удобрення, за схеми живлення рослин 1,0 та 2,0 м².

За результатами аналізу експериментальних даних досліду № 13 було отримано рівняння множинної регресії, яке відображає вплив факторів, що досліджували, на врожайність плодів кавуна в богарних умовах та за краплинного зрошення:

$$Y = 0,447 \cdot x_1 + 0,099 \cdot x_2 + 0,321 \cdot x_3 - 7,415$$

$$R^2 = 0,915$$

$$r = 0,981$$

де, Y – урожайність плодів кавуна, тонн/га;

x_1 – РПВГ;

x_2 – доза мінеральних добрив,

($x_2 - 0$ – без внесення, $x_2 - I$ – N₆₀P₉₀K₆₀)

x_3 – площа живлення, м² ;

Таким чином, як свідчать експериментальні дані, максимальну врожайність плодів кавуна забезпечує поєднання таких варіантів: площа живлення 1,5 м², рекомендована доза добрив N₆₀P₉₀K₆₀ та режим краплинного зрошення 75-75-75 % від НВ ґрунту. Поряд з цим, з урахуванням питомих витрат поливної води на формування 1 тонни врожаю плодів, більш ефективним є рівень передполивної вологості ґрунту 65-75-70 % від НВ.

5.3 Забур'яненість посівів залежно від рівня зволоження ґрунту

Бур'яни, проростаючи одночасно з культурними рослинами, конкурують з ними за світло, вологу та елементи живлення. Вони знижують врожайність, культурних рослин, погіршують якість продукції, сприяють поширенню шкідників та хвороб [174, 686]. Особливо актуальним є захист культурних рослин від бур'янів в зрошуваних умовах, адже оптимізуючи фактори зовнішнього середовища, ми одночасно провокуємо і активний розвиток забур'яненості в цих умовах [258, 607].

Оскільки в наших дослідженнях ми використовували інтенсивні технології вирощування просапних сільськогосподарських культур, які передбачають застосування ґрунтових і страхових гербіцидів (див. підрозділ 2.5), об'єктивно та достовірно оцінити вплив водного режиму ґрунтів на ступінь забур'яненості посівів не було можливості. В зв'язку з цим, нами були відокремлені мікроділянки (3-5 м²) в чотирьох повторностях, на яких не проводили внесення гербіцидів. Такого плану досліди було проведено на землях КДДС ІВПіМ (культура – кукурудза на зерно, 2013-2015 рр.) та ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ (культура – цибуля ріпчаста). Облік чисельності та видового складу бур'янів проводили шляхом накладання облікової рамки згідно методики [378] Інституту захисту рослин НААН у третю декаду травня та третю декаду серпня. Визначали також вплив забур'яненості на врожайність дослідних культур.

Дослід 1 (КДДС ІВПіМ). Видовий склад було представлено однорічними злаковими (*Setaria viridis* L. glauca, *Setaria glauca* L., *Avena fatua* L.) та дводольними (*Amarantus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Datura stramonium* L., *Panicum capillare* L., *Galeopsis ladanum* L., *Stellaria media* L.) бур'янами. Дослідженнями встановлено, що РПВГ достовірно впливає на забур'яненість посівів кукурудзи (таблиця 5.25).

Таблиця 5.25 – Чисельність бур'янів на посівах кукурудзи зернової залежно від водного режиму ґрунту
(КДДС ІВПіМ НААН, середнє за 2013-2015 рр., ділянки без внесення гербіцидів)

Варіанти дослідів, РПВГ, % НВ	Кількість бур'янів, шт./м ²													
	<i>Setaria viridis</i> L.	<i>Setaria glauca</i> L.	<i>Apera spica venti</i> L.	<i>Avena fatua</i> L.	Всього однорічних	<i>Amarantus retroflexus</i> L.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Panicum capillare</i> L.	<i>Galeopsis ladanum</i> L.	<i>Stellaria media</i> L.	Всього дводольних	ВСЬОГО
<i>22-27 травня</i>														
Без зрошення (К)	1,5	2,0	1,1	1,8	6,4	1,0	1,0	1,0	2,2	2,5	1,5	1,4	10,6	17,0
70	3,0	3,0	3,3	3,2	12,5	3	2,2	3,1	3,0	3,0	3,1	2,1	19,5	32,0
80	3,5	2,5	3,5	3,2	12,7	3,0	3,3	3,3	3,0	3,2	3,0	2,9	21,7	34,4
85	3,5	4,0	4,0	4,4	15,9	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3	23,8	39,7
90	3,6	3,9	4,2	4,6	16,3	3,2	3,2	3,5	3,7	3,8	4,0	3,0	24,4	40,7
<i>НІР</i>														<i>4,42</i>
<i>22-27 серпня</i>														
Без зрошення (К)	2,1	2,5	2,0	2,0	8,6	1,5	1,5	1,8	2,5	3,0	3,0	2,0	15,3	23,9
70	3,5	4,0	4,0	4,4	15,9	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3	23,6	39,5
80	4,5	3,3	4,5	4,0	16,3	4,3	3,5	4,3	4,0	4,5	4,0	3,0	27,6	43,9
85	4,8	3,0	5,0	4,0	16,8	4,0	3,5	4,0	5,0	4,8	4,8	4,0	30,1	46,9
90	4,8	3,3	4,8	4,8	17,7	4,3	4,0	4,0	4,8	5,0	5,0	4,3	31,4	49,1
<i>НІР</i>														<i>5,11</i>

Так, станом на 22-27 травня у незрошуваних умовах загальна кількість бур'янів становила 17,0 шт./м². У той же час, у зрошуваних умовах чисельність бур'янів збільшувалась у 1,9-2,4 рази – до 32,0-40,7 шт./м². Як у богарних, так і зрошуваних умовах переважали дводольні бур'яни (≈ 59-63 % від загальної кількості). У розрізі зрошуваних варіантів достовірно (НІР – 4,42) збільшення чисельності бур'янів відмічали на варіантах з реалізацією РПВГ 85 та 90 % від НВ ґрунту – до 39,7-40,7 шт./м². Облік, проведений з 22 по 27 серпня засвідчив зростання забур'яненості дослідних ділянок на 18,1-40,6 % порівняно із 22-27 травня. За цього, найбільш динамічний ріст забур'яненості відмічено у варіанті без зрошення, що пояснюється з'явленням сходів бур'янів за мірою випадання продуктивних опадів протягом літніх місяців. У розрізі зрошуваних варіантів зростання цього показника становило 18,1-27,6 %, а вищим він був на ділянках з РПВГ 85 та 90 % від НВ ґрунту – 46,9-49,1 шт./м². Видовий склад бур'янів та його співвідношення не змінилося. Ступінь забур'яненості посівів кукурудзи у цьому досліді визначаємо як середній, близький до сильного (16-50 шт./м²).

Облік урожайності зерна кукурудзи показав, що в умовах богари забур'яненість знижує цей показник на 18,0, а в умовах краплинного зрошення – на 21,0-22,2 % порівняно із варіантами з внесенням гербіцидів (рисунок 5.12).

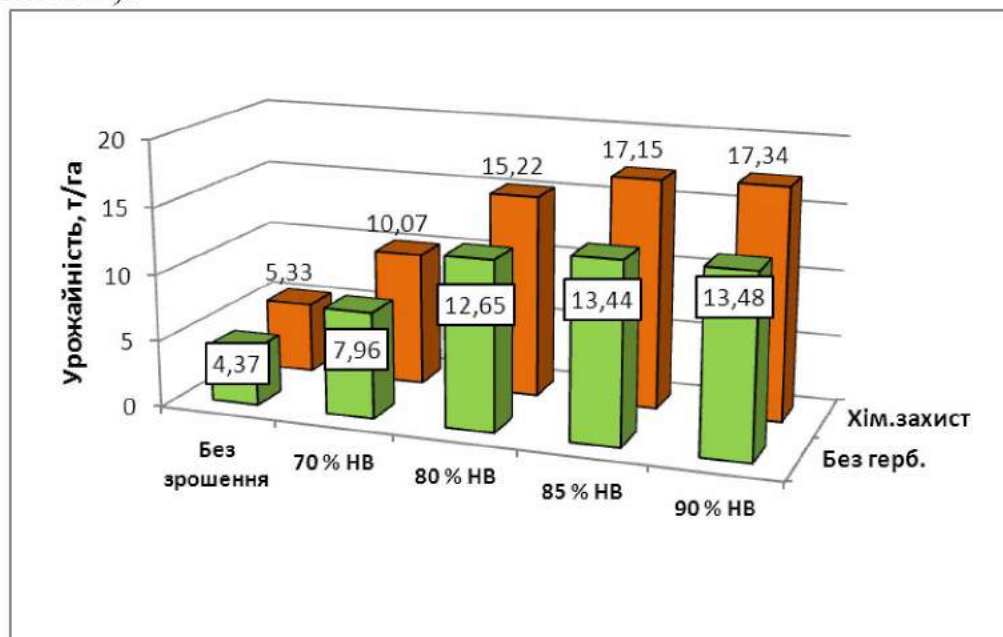


Рисунок 5.12 – Урожайність зерна кукурудзи залежно від застосування гербіцидів (забур'яненості посівів), КДДС, 2013-2015 рр.

За цього, більші втрати врожайності відмічено на інтенсивних режимах краплинного зрошення 85 та 90 % від НВ – на 21,6-22,2 % або 3,71-3,86 т/га.

Дослід 2 (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, культура – цибуля ріпчаста ранньостигла).

Відомо, що цибуля ріпчаста є однією із найчутливіших сільськогосподарських рослин до забур'яненості. Критичний період, протягом якого вона у найбільшій мірі знижує врожайність від дії забур'яненості, складає від 40 до 55 діб від появи масових сходів культури.

Система захисту цибулі ріпчастої від бур'янів складається з агротехнічних і хімічних заходів.

Агротехнічний комплекс включає чітке дотримання сівозміни, основний, передпосівний і міжрядні обробітки ґрунту. Хімічні заходи боротьби включають систему обробки ґрунтовими і страховими гербіцидами.

У наших дослідженнях видовий склад було представлено однорічними злаковими (*Agrostis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Avena fatua* L.) та дводольними (*Amarantus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Datura stramonium* L., *Solanum nigrum* L., *Portulaca oleracea* L., *Stellaria media* L.) бур'янами.

Фотоматеріали (фотозвіт) варіантів на краплинному зрошенні із внесенням гербіцидів та без гербіцидного захисту на цибулі ріпчастій наведено у додатку Л дисертаційної роботи.

Дослідженнями встановлено, що рівень передполивної вологості ґрунту достовірно впливає на забур'яненість посівів цибулі ріпчастої ранньостиглої (таблиця 5.26).

Таблиця 5.26 – Чисельність бур'янів на посівах цибулі ріпчастої залежно від водного режиму ґрунту (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ, середнє за 2011-2013 рр., ділянки без внесення гербіцидів)

Варіанти дослідів, РПВГ, % НВ	Кількість бур'янів, шт./м ²													
	Agrostis L.	Echinochloa crus-galli L.	Apera spica venti L.	Avena fatua L.	Всього однорічних	Amarantus retroflexus L.	Ambrosia artemisiifolia L.	Galinsoga parviflora Cav.	Datura stramonium L.	Solanum nigrum L.	Portulaca oleracea L.	Stellaria media L.	Всього дводольних	ВСЬОГО
<i>22-27 травня</i>														
Без зрошення (К)	1,25	1,00	1,00	2,25	5,50	5,25	1,00	2,00	1,25	1,00	1,25	2,00	13,75	19,25
Досходові поливи	2,25	2,00	2,25	3,25	9,75	8,50	2,25	2,50	2,50	1,50	1,25	2,00	20,50	30,25
70	2,50	2,50	1,75	3,75	10,50	10,25	2,25	2,25	3,50	2,00	2,00	2,00	24,25	34,75
80-70	3,00	2,75	2,75	3,00	11,50	12,50	2,50	2,25	2,25	2,25	1,50	3,00	23,25	34,75
80	3,25	3,0	3,00	2,50	11,75	12,75	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	3,00	26,75	38,50
90	3,50	2,75	2,75	3,00	12,00	14,25	3,00	3,00	1,00	1,00	4,25	2,50	28,00	41,00
<i>НІР</i>														3,37
<i>22-27 серпня</i>														
Без зрошення (К)	1,50	1,50	1,25	2,25	6,5	7,50	1,50	2,25	1,00	1,25	1,25	2,50	17,25	23,75
Досходові поливи	2,50	2,00	3,00	4,00	11,5	12,25	2,25	2,25	2,50	2,50	2,00	2,25	26,00	37,50
70	2,50	2,50	2,00	4,50	11,5	13,00	2,50	2,50	4,00	3,00	3,00	1,00	29,00	40,50
80-70	2,50	3,00	2,00	4,00	11,5	14,25	2,50	2,75	3,00	3,00	3,25	2,00	30,75	42,25
80	3,00	3,00	2,50	3,50	12,00	15,50	3,00	3,00	3,00	3,25	3,50	3,00	34,25	46,25
90	3,75	3,75	2,50	2,75	12,75	16,25	2,50	2,50	4,25	4,25	4,00	3,00	36,75	49,50
<i>НІР</i>														3,72

Так, станом на 22-27 травня у незрошуваних умовах загальна чисельність бур'янів однорічних бур'янів становила 5,50 шт./м², а дводольних – 13,75 шт./м². У цей же період обліки засвідчили, що проведення лише досходових поливів цибулі ріпчастої провокувало зростання забур'яненості на 57 % (30,25 шт./м²). Підтримання режиму краплинного зрошення із РПВГ 70 та 80-70 % від НВ ґрунту достовірно збільшує чисельність бур'янів – на 14,9 % або 4,5 шт./м² порівняно із варіантом досходових поливів. Реалізація більш інтенсивних режимів краплинного зрошення із РПВГ 80 та 90 % від НВ також призводила до зростання забур'яненості посівів цибулі. На цих варіантах у третій декаді травня загальна чисельність бур'янів сягала 38,5 та 41,00 шт./м² відповідно. В цілому, на цьому етапі краплинне зрошення підвищувало забур'яненість посівів цибулі ріпчастої у 1,6-2,1 рази. Співвідношення однорічних та дводольних складало близько 1 до 2,2, у видовому складі переважав бур'ян виду *Amarantus retroflexus* L. (щириця звичайна) – від 30 до 32 %.

Станом на 22-27 серпня загальна ситуація щодо стану забур'яненості посівів не змінилася, проте на дослідних ділянках зросла загальна чисельність як однорічних, так і дводольних бур'янів. Максимальне збільшення кількості бур'янів відмічали у богарних умовах та у варіанті з проведенням лише досходових поливів – +24,0-+23,4 % порівняно із третьою декадою травня. На краплинному зрошенні фіксували менше зростання забур'яненості – від +16,5% до +21,6 %. В цілому ступінь забур'яненості класифікуємо як середній, близький до сильного (від 16 до 50 шт./м²).

Як показав облік урожайності, забур'яненість посівів кардинально вплинула на формування рослин цибулі ріпчастої, пригнічуючи їх на початкових стадіях росту і розвитку та конкуруючи за вологу, світло та елементи живлення в середині вегетаційного періоду. Експериментальні

дані свідчать, що на мікроділянках без хімічного захисту врожайність цибулин була нижчою у 2,2-3,8 рази (рисунок 5.13).

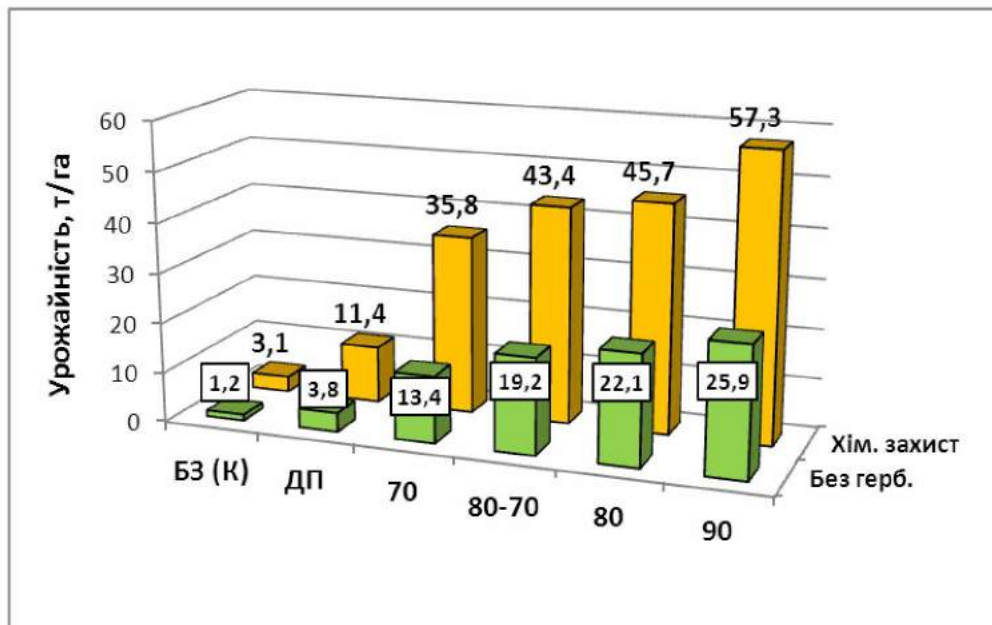


Рисунок 5.13 – Урожайність цибулі ріпчастої ранньостиглої залежно від застосування гербіцидів (забур'яненості посівів), ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 2011-2013 рр.

На варіантах краплинного зрошення із реалізацією варіантів із рівнем передполивної вологості ґрунту 80 та 90 т/га зниження врожайності цибулин становило від 23,6 до 31,4 т/га, причому близько 65-70 % цибулин були нетоварними (згідно ДСТУ 3234:1995 [624]): з низькою середньою масою (10-25 г) та діаметром (28-38 мм).

Отже, як показали результати цих досліджень, застосування технологій краплинного зрошення у разі не проведення хімічних заходів боротьби з бур'янами (без внесення гербіцидів), провокує їх сходи та активний ріст, збільшуючи їх чисельність (порівняно із богарними умовами) у 1,9-2,2 рази. За цього, в таких умовах врожайність зерна кукурудзи знижується на 21,0-22,2 %, а цибулі ріпчастої ранньостиглої – у 2,2-3,8 разів.

5.3.1 Дослідження ефективності внесення фунгіцидів з поливною водою на системах краплинного зрошення

Можливість внесення з поливною водою мінеральних добрив, мікроелементів, засобів захисту та регуляторів росту рослин, яка при мікрозрошенні є обов'язковою складовою цих способів поливу, докорінно змінює традиційні погляди на ці елементи технології вирощування сільськогосподарських культур [649, 510]. Сам технологічний процес внесення ЗЗР через напірну СКЗ отримав назву гербігація, фунгігація та інсектигація.

Спосіб внесення ЗЗР з поливною водою вимагає від використовуваних препаратів певних властивостей, в першу чергу – сильно вираженої кореневосистемної дії препарату. На сьогодні є деякий практичний досвід і наукові рекомендації щодо внесення інсектицидів та гербіцидів з поливною водою на системах краплинного зрошення просапних культур [649]. Що стосується внесення фунгіцидів через напірну систему краплинного зрошення, то в цьому напрямі ще не було проведено системних досліджень.

Нове покоління пестицидів має особливу активність – хімічні речовини системної дії рухаються в рослинах по апопласті або ксилемі, по яким рухається вода з розчиненими солями. Ці механізми обумовлюють акропетальний рух фунгіцидів. Для більшості системних фунгіцидів характерним є рух діючої речовини по ксилемі, а в окремих випадках спостерігаємо рух по флоемі.

Цільовий інтерес мають діючі речовини, які здатні рухатися по ксилемі:

- Трифорин (Сапроль, к.е.), властивістю якого є здатність рухатися в рослині як з кореневої системи до листя, так і в зворотному напрямку;

- Фосетил алюмінія (Ефатол, з.п.) – швидко проникає всередину рослини і рухається по ксилемі;

- Тіофанат-метил (Тіофен, з.п., Топсін-М, з.п., Топсін-М 500 к.с., Захисник, к.с. та ін.) – поширюється по судинній системі акропетально (знизу вверху);

Беноміл (Фундазол, з.п.) – проникає в рослину через кореневу систему або листки, де перетворюється в карбендазим. В зв'язку з цим, більша частина беномілу залишається на поверхні рослини. Невелика кількість препарату, яка проникла в рослину, захищає навіть ті його частини, які з ним не взаємодіяли.

Максимальна кратність внесення хімічних препаратів: Сапроль, к.е. – 3, Ефатол – 2, Тіофен, з.п., Топсін-М, з.п., Топсін-М 500 к.с., Захисник, к.с. – 3. Внесення Фундазол, з.п. проводять не більше двох разів на сезон, після чого протягом двох сезонів рослини не обробляють бензимидазолом в зв'язку з тим, що препарат викликає резистентність.

Експериментальні дослідження було проведено у промислових насадженнях перцю солодкого в межах землекористування ФГ «Відродження» (Петриківський район Дніпропетровської області).

В кінці цвітіння рослин було проведено другу хімічну обробку системі захисту перцю препаратом Топсін-М500, к.с. в нормі витрати препарату 1,6 дм³/га (таблиця 5.27).

Таблиця 5.27 – Ефективність застосування фунгіциду Топсін-М 500, к.с. на перці солодкому залежно від способів внесення препарату

Спосіб внесення препарату	Період захисної дії, днів	Розвиток хвороб, %	Урожайність, тонн/га
Топсін-М 500, к.с., 1,6 дм ³ /га (обприскування)	15	0,5	50
Топсін-М 500, к.с., 1,6 дм ³ /га (обприскування)	15	0,3	48
НІР, 0,05 т/га	–	–	0,11

В результаті максимальний ефект від обприскування було отримано, коли вегетативна площа листків невелика – від фази бутонізації до кінця цвітіння. Також було виключено залежність від високих температур, які провокують опіки при традиційному застосуванні (внесенні) пестицидів. В результаті цього було отримано врожайність плодів на рівні 50,0 т/га, а за внесення фунгіцидів з поливною водою – 48,0 т/га.

Технологічний процес внесення ЗЗР, добрив і хімреагентів з поливною водою в системах краплинного зрошення регламентується нормативним документом ДСТУ 7937:2015 «Зрошення. Внесення добрив з поливною водою в системах мікрозрошення. Загальні вимоги» [218]. Нормативний документ розроблено безпосередньо автором у складі колективу Інституту гідротехніки і меліорації УААН (нині – ІВПіМ НААН), спільно з ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського» УААН та Національним університетом біоресурсів та природокористування.

Основні вимоги та рекомендації щодо внесення ЗЗР через напірну іригаційну систему наступні:

- оптимальний час для внесення фунгіцидів – з 08:00 до 11:00, це час коли пори рослин максимально відкриті;

- перед початком введення хімічних препаратів тривалість поливу повинна бути не меншою 20-30 хв., ґрунт необхідно зволожити на глибину 10-20 см (залежно від типу ґрунту за гранулометричним складом);

- процес введення продовжується до спрацювання робочого розчину. Кожні 2-3 хв. Його необхідно ретельно розмішувати;

- після закінчення введення препарату СКЗ необхідно промити (шляхом відкриття кінцевих заглушок) протягом 15-20 хв.;

- не проводити полив наступні 2 доби. За можливості не проводити полив і більш тривалий період. За таких умов отримують найбільш оптимальний розподіл і проникнення препарату в рослину, одночасно створюється широка захисна смуга у ґрунті;

- за проведення поливу з внесенням ЗЗР необхідно притримуватися норм і правил безпеки праці при виконанні цього виду робіт.

Внесення ЗЗР через напірну іригаційну систему включає етап подавання хімпрепаратів, за якого необхідно подолати робочий тиск СКЗ. З цією метою застосовують різні підходи, основними з яких є:

- всмоктування на основі ефекту Вентурі, яке полягає в тому, що в місці звуження потоку в трубці за особливих умов на вході та виході створюється розрядження внаслідок різкого збільшення швидкості руху через місце звуження;

- обладнання з дозувальним баком: частина основного потоку проходить через дозувальний бак, який містить еластичний балон з розчином хімічних препаратів;

- вприскування за допомогою насоса, який використовує енергію потоку води.

Обладнання для внесення добрив та ЗЗР на СКЗ необхідно розміщувати перед фільтром тонкої очистки. Продуктивність обладнання в дм^3 за годину розраховують за формулою:

$$Q = \frac{S \times V}{t} \quad (5.1)$$

де: S – площа, га;

V – доза добрив або препарату, $\text{дм}^3/\text{га}$;

t – тривалість внесення добрив або препарату, годин.

Застосування на практиці описаного способу внесення ЗЗР дає можливість покращити екологічний стан посівів, санітарно-гігієнічний стан робочої зони працюючих та, одночасно, вирощувати за цього екологічно чисту продукцію рослинництва. Цей спосіб внесення ЗЗР порівняно із традиційним обприскуванням дозволяє на 60-75 % економити матеріальні ресурси. Недоліком цього способу є обмежена кількість препаратів, які можливо застосовувати таким чином. Отже, система захисту рослин на основі внесення препаратів з поливною водою є на сьогодні інноваційним напрямом експериментальних досліджень.

5.4 Вплив умов вирощування на біохімічний склад продуктивних органів рослин

В сучасних ринкових умовах ведення сільського господарства, і овочівництва та баштанництва зокрема, питання якості продукції є пріоритетним та визначальним [32, 111, 225, 583, 680, 692]. Реалізаційна ціна продукції в овочівництві та баштанництві формується залежно від її біохімічного складу, смакових якостей та зовнішнього вигляду. За різного співвідношення цих параметрів ціна на одну і ту ж саму продукцію може коливатись у дуже широких межах. Відповідно з цим, переробні підприємства регламентують якість продукції, що поставляється сільськогосподарськими виробниками.

Аналізування впливу водного фактору (РПВГ) та інших досліджуваних факторів на біохімічний склад продуктивних органів просапних сільськогосподарських культур проводили у 9 із 15 польових дослідів, зокрема: на базі КДДС ІВПіМ це досліді №№ 1, 2, 3, 4, 5 та 6, на базі ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН – досліді №№ 11-12 та на землях ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН – дослід № 14.

У наших дослідженнях товарність та біохімічний склад продуктивних органів визначались факторами, що вивчались, та метеорологічними умовами вегетаційного періоду.

Дослід № 1, культура – картопля весняного строку садіння (рання), сорт – Невська (КДДС, 2006-2008 рр.).

У товарних бульбах картоплі визначали вміст таких біохімічних складників як крохмаль, суха речовина, аскорбінова кислота та нітрати залежно від рівня зволоженості ґрунту. Встановлено, що закономірний розподіл (тенденцію) у розрізі варіантів дослідів мають два показники: вміст сухих речовин та крохмалю (таблиця 5.28). Так, вміст сухих речовин знижувався зі зростанням РПВГ: без зрошення в середньому за три роки

Таблиця 5.28 – Вплив РПВГ на біохімічний склад
бульб картоплі ранньої (КДДС, 2006-2008 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ	Суша речовина, % на сиру масу	Крохмаль, % на сиру масу	Вітамін С, мг %	Нітрати, мг/кг сирої маси
без зрошення (К)	18,08	7,34	14,5	59
60 % від НВ	16,32	10,08	16,4	76
70 % від НВ	15,77	10,86	18,9	74
80 % від НВ	15,36	11,17	14,9	64
90 % від НВ	15,14	11,00	14,7	89
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>1,72</i>	<i>1,05</i>	<i>3,12</i>	<i>7,41</i>

фіксували найбільше значення – 18,08 % на сиру масу, на варіантах дослідів від 60 до 90 % від НВ ґрунту – 16,32, 15,77, 15,36 та 15,14 % відповідно. Вміст крохмалю у бульбах був найвищий у варіанті 80 % від НВ ґрунту, мінімальним – без зрошення (контроль) – 14,5 %. Вміст вітаміну С був найвищим у варіанті 70 % від НВ – 18,9 мг %, проте чіткої закономірності змін цього показника не отримано: як на більш помірних, так і інтенсивних поливних режимах отримано нижчі його значення. Картопля, порівняно із коренеплідними культурами, мало накопичує нітратів. Вміст нітратів не залежав від режиму зволоження (РПВГ) і знаходився у межах ГДК (240-250 мг/кг сирої маси для картоплі ранньої) [252, 415, 496], що свідчить, за умови дотримання режимів зрошення та живлення, про формування у інтенсивних технологіях якісної продукції рослинництва.

Дослід № 2, культура – кукурудза цукрова, гібрид – Сквірка (Роксолана) F1 (КДДС, 2007-2009 рр.).

У 10 зразках, у фазу молочної стиглості зерна, визначали шість основних параметрів його якості: вміст сухих речовин, крохмалю, цукрів, декстринів, протеїну та нітратів. Встановлено, що краплинне зрошення дещо знижує вміст сухих речовин: з 23,2 % на контролі (без поливу) до 19,0 % у варіанті 95 % від НВ ґрунту ($НІР_{0,5} = 1,94$) (таблиця 5.29).

Таблиця 5.29 – Біохімічний склад зерна кукурудзи цукрової у фазу молочної стиглості залежно від РПВГ (КДДС, 2007-2009 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ	Суша речовина, % на сиру масу	Крохмаль, % на сиру масу	Цукри, % на сиру масу	Декстрини, % на сиру масу	Протеїну, % на сиру масу	Нітрати, мг/кг сирової маси
без зрошення (К)	23,2	9,4	5,6	5,13	3,0	245
60 % від НВ	22,1	10,2	5,2	5,84	3,1	260
70 % від НВ	20,1	10,5	5,4	5,79	3,2	254
80 % від НВ	21,3	10,9	5,5	4,37	3,2	265
90 % від НВ	20,4	10,1	5,4	4,26	3,1	269
95 % від НВ	19,0	9,9	5,2	4,20	2,9	273
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>1,94</i>	<i>0,98</i>	<i>0,46</i>	<i>0,58</i>	<i>0,33</i>	<i>21,34</i>

На такі параметри, як вміст крохмалю, цукрів, декстрину та протеїну режими краплинного зрошення не мали суттєвого впливу, також не встановлено певних тенденцій до змін цих показників. Натомість, достовірно підвищення вмісту нітратів фіксуємо між «крайніми» варіантами за водних режимом ґрунту: у богарних умовах їх вміст в середньому за три роки становив 245 мг/кг, а у варіанті з реалізацією РПВГ 95 % від НВ ґрунту – 273 мг/кг сирової маси. Проте, зазначаємо, що на всіх варіантах дослідів їх вміст не перевищував ГДК (400 мг/кг сирової маси) [303].

Дослід № 3, культура – перець солодкий розсадний, гібрид – Альбатрос F1 (КДДС, 2010-2014 рр.).

У 10 зразках, у фазу технічної стиглості плодів, визначали п'ять основних показників: вміст сухих речовин, цукрів, вітаміну С, клітковини та нітратів. Встановлено, що режими краплинного зрошення (РПВГ) достовірно впливали на три показники (вміст сухих речовин, вітаміну С та нітратів) і практично не мали впливу (або незначний вплив) на два (вміст цукрів та % клітковини) з них (таблиця 5.30).

Таблиця 5.30 – Вплив РПВГ на біохімічний склад плодів перцю солодкого розсадного, гібрид Альбатрос F1 (КДДС, 2010-2014 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Суша речовина, % на сиру масу	Цукри, % на сиру масу	Вітамін С, мг / 100 г	Клітковина, %	Нітрати, мг/кг сирої маси
без зрошення (К)	13,25	3,3	306	1,5	96
70	12,14	3,2	342	1,4	112
80	11,23	3,3	350	1,3	122
90-80	11,02	3,1	362	1,3	130
90	10,51	3,1	339	1,2	139
95	10,21	3,0	345	1,2	141
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>1,05</i>	<i>0,28</i>	<i>37,4</i>	<i>0,15</i>	<i>10,90</i>

Так, вміст сухих речовин за краплинного зрошення був достовірно нижчим на 8,4-15,2 % за помірних РПВГ (70 та 80 % НВ) та на 16,8-22,9 % за більш інтенсивних режимів зрошення (90-95 % від НВ). Відмічаємо порівняно високий вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С): 306-362 мг на 100 г сирої маси у розрізів варіантів дослідів. На зрошуваних варіантах його вміст був вищим – на 11,8-18,3 % порівняно із богарними умовами, а максимальний вміст – за диференційованого РПВГ 90-80 % від НВ ґрунту – 362 мг / 100 г. Фіксуємо також незначну тенденцію до накопичення нітратів у плодах за фертигації та інтенсивного зрошення: їх уміст на зрошенні був вищий на 16,7-46,8 %. Поряд з цим, на жодному із варіантів дослідів вміст нітратів не перевищував допустиму межу ГДК, яка для плодів перцю солодкого у відкритому ґрунті становить 200 мг/кг сирої маси [371, 415, 438, 496].

Дослід № 4, культура – баклажан розсадний, гібрид – Елік F1 (КДДС ІВПіМ, 2010-2014 рр.).

У цьому польовому досліді у плодах баклажана визначали чотири основні показники: вміст сухих речовин, цукрів, вітаміну С та нітратів (таблиця 5.31).

Таблиця 5.31 – Вплив РПВГ на біохімічний склад плодів баклажану розсадного, гібрид Епiк F1 (КДДС, 2010-2014 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Суша речовина, % на сиру масу	Цукри, % на сиру масу	Вітамін С, мг / 100 г	Нітрати, мг/кг сирової маси
без зрошення (К)	9,2	3,6	15,4	54,2
70	9,0	3,7	15,9	53,6
80	8,8	3,5	15,5	55,8
75-85	8,8	3,5	15,4	59,0
90	8,6	3,4	16,0	62,1
95	8,5	3,4	15,5	63,4
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>0,79</i>	<i>0,35</i>	<i>1,21</i>	<i>6,38</i>

Аналогічно до результатів попередніх дослідів, встановлено, що застосування краплинного зрошення знижувало вміст сухих речовин, проте в досліді № 5 констатуємо лише динаміку (тренд) зниження, адже абсолютні значення (0,2-0,7 %) не перевищують НІР (0,79). На вміст загальних цукрів та аскорбінової кислоти (вітаміну С) застосування краплинного зрошення не мало суттєвого впливу, варіація цих даних була у межах похибки дослідів, а динаміку (тренд) не встановлено. Натомість, вміст нітратів у плодах поступово підвищувався із зростанням РПВГ: з 54,2 мг/кг сирової маси (без зрошення) – до 63,4 мг/кг у варіанті з РПВГ 90 % від НВ ґрунту. Проте, зазначимо, що вміст нітратів був у межах встановлених ДСТУ 2660:1994 ГДК [21, 415, 496].

Дослід № 5, культура – соя, сорт – Оксана (КДДС ІВПiМ, 2010-2014 рр.).

У насінні сої визначали два базових показники: вміст сирового протеїну та жирів на двох варіантах дослідів (краплинне зрошення та у богарних умовах на фоні густоти розміщення рослин 416,7 тис.шт./га) (таблиця 5.32).

Таблиця 5.32 – Вміст сирого протеїну та жирів у насінні сої залежно від умов зволоження ґрунту (КДДС, 2010-2014 рр.)

Варіанти дослідів	Сирий протеїн			Жири		
	вміст, %	ум. збір, т/га	приріст до контролю, %	вміст, %	ум. збір, т/га	приріст до контролю, %
Без зрошення (контроль)	36,9	1,03	–	21,5	0,60	–
Краплинне зрошення	37,8	2,25	119,3	22,6	1,34	124,2
<i>НІР_{0,5}</i>	2,85		–	2,20		–

Встановлено, що якість бобів сої в цілому відповідала вимогам нормативного документу ДСТУ 4964:2008 [572]. Незначне збільшення вмісту як сирого протеїну (+0,9 %), так і жирів (1,1 %) за краплинного зрошення було у межах похибки дослідів. Позитивний тренд на фоні краплинного зрошення пояснюємо очевидно більш збалансованою системою мінерального живлення рослин, яка базувалась на дозованому та дискретному внесенні мінеральних добрив з поливною водою (фертигації). Поряд з цим, констатуємо, що умовний збір сирого протеїну та жирів у перерахунку га 1 га площі, завдяки вищій врожайності бобів, були на 119,3 % та 124,2 % відповідно вищими за краплинного зрошення, ніж за богарних умов вирощування рослин сої.

Дослід № 6, культура – буряк цукровий, гібрид – Олександрія F1 (КДДС ІВПіМ, 2010-2014 рр.).

У коренеплодах, для умов краплинного зрошення та для незрошуваних умов, визначали лише вміст цукрів (сахарози) методом гарячої дигестії [4] у відповідності до ДСТУ 4778:2007, ДСТУ 4984:2008 та ДСТУ 4327:2013 [64, 281, 627].

Оскільки у досліді № 7 було обрано напрям вирощування рослин буряка цукрового для переробки коренеплодів та гички на біогаз, то накопичення вмісту цукрів у коренеплодах не ставили за мету. Виходячи з

цього, операції з внесення азотних добрив завершували пізніше на один місяць (у кінці липня – на початку травня), а поливи закінчували за 5-7 діб до збирання.

Вставлено, що за краплинного зрошення середній вміст цукрів становив 8,25 %, а у богарних умовах – 13,47 % (додаток М 1-М 3). Згідно вимог [281], коренеплоди буряка на зрошенні є не технологічними для промислового перероблення. Проте, зазначимо, що для перероблення коренеплодів та гички на біогаз таких обмежень немає.

Дослід № 11, культура – цибуля ріпчаста ранньостигла, гібрид – гібрид – Sieta Blanca F1 (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 2011-2013 рр.).

У 10 зразках цибулин визначали чотири основних показники: вміст сухих речовин, цукрів, вітаміну С (аскорбінової кислоти) та нітратів. Встановлено, що режими краплинного зрошення (РПВГ) достовірно впливали на два показники – вміст сухих речовин та нітратів і практично не мали впливу (або незначний вплив) на інші параметри якості – вміст цукрів та вітаміну С (таблиця 5.33).

Таблиця 5.33 – Вплив РПВГ на біохімічний склад цибулі ріпчастої,
(ДП «ДГ «Брилівське», 2011-2013 рр.)

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Суха речовина, % на сиру масу	Цукри, % на сиру масу	Вітамін С, мг / 100 г	Нітрати, мг/кг сирої маси
без зрошення (К)	14,2	10,2	9,5	44,8
досходові	14,2	10,0	9,4	49,5
70	13,8	10,2	9,6	46,5
80-70	13,5	10,5	9,9	50,1
80	13,0	10,6	9,8	51,2
90	12,8	10,5	9,9	52,4
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>1,08</i>	<i>0,99</i>	<i>1,00</i>	<i>5,63</i>

Встановлено, що краплинне зрошення (реалізація варіантів з РПВГ 80 та 90 % від НВ ґрунту) достовірно знижує вміст сухих речовин у цибулинах – загалом на 8,5-9,8 %. Також констатуємо тенденцію збільшення вмісту загальних цукрів та вітаміну С на зрошенні, проте незначні перевищення рівня контрольного варіанту (без зрошення) знаходяться у межах похибки досліду. Натомість, порівняно з контролем, вміст нітратів достовірно зростає на варіантах із реалізацією РПВГ 80 та 90 % від НВ ґрунту – до 51,2-52,4 мг/кг сирої маси або на 14,3-16,9 % відповідно. Проте, варто зазначити, що такі значення вмісту нітратів у цибулинах знаходяться в межах ГДК цього показника згідно вимог нормативних документів (ДСТУ 3234:1995) [415, 496, 624].

Дослід № 12, культура – буряк цукровий, гібриди компанії «KWS SAAT AG»: Светлана КВС^{Rz} тип NZ, Кармеліта^{Rz(Cr)} тип Z(Z) та Дарія КВС^{Rz(Cr)} тип N, (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН, 2013-2015 рр.).

Залежно від гібридного складу, густоти (схеми сівби) та строку збирання у коренеплодах визначали вміст цукрів (сахарози) методом гарячої дигестії [4] у відповідності до ДСТУ 4778:2007, ДСТУ 4984:2008 та ДСТУ 4327:2013 [64, 281, 627].

Згідно результатів аналізування та протоколів випробувань коренеплодів буряка на цукристість, встановлено, що досліджуваний параметр залежить від строку збирання, і практично не залежить від густоти рослин та гібридного складу [677]. Так, при збиранні 20 вересня середня цукристість коренеплодів становила 15,4 %, а за другого строку збирання (21 жовтня) вона збільшилась на +1,7 %. Залежно від густоти рослин та гібриду цукристість відповідно знаходилась в межах від 16,0 до 16,5 % та від 15,9 до 16,7 % відповідно, що відповідає вимогам ДСТУ 4327:2004 [581] (не менше 13,0 %) (таблиця 5.34).

Таблиця 5.34 – Цукристість коренеплодів буряка цукрового залежно від строку збирання, густоти та гібридного складу (2013-2015 рр.)

Строк (Фактор С)	Густота (Фактор В)	Гібрид (Фактор А)			С	В
		Дарія	Світлана	Кармеліта		
20 вересня	88,9	15,4	14,6	17,0	15,4	16,0
	111,1	15,0	15,3	15,3		16,5
21 жовтня	88,9	16,4	15,5	17,1	17,1	16,0
	111,1	18,0	18,2	17,3		16,5
А		16,2	15,9	16,7	16,3	

Розрахунки свідчать, що валовий вихід цукрів з одного гектару у розрізі гібридів становив (варіант 111,1 тис./га, збирання – 21 жовтня): Дарія КВС – 19,3 т/га, Світлана КВС – 20,2 т/га та Кармеліта КВС – 18,8 т/га.

Дослід № 14, культура – кавун, сорт – Княжич (ДП «ДГ «Великі Клини» ІВПіМ НААН, 2006-2008 рр.).

У плодах кавуна, залежно від умов зволоження ґрунту, визначали такі показники: вміст сухих речовин, цукор загальний, вітамін С (аскорбінову кислоту) та нітрати.

Зокрема, за результатами біохімічного аналізу зразків встановлено, що краплинне зрошення не мало достовірного впливу на параметри, які визначали (таблиця 5.35).

Таблиця 5.35 – Біохімічний склад плодів кавуна залежно від РПВГ (2006-2008 рр.)

Передполивна вологість ґрунту, % НВ	Розчинні сухі речовини, %	Цукри, %	Вітамін С, мг/100 г сирої маси	Нітрати, мг/кг сирої маси
без зрошення (контроль)	9,2	9,0	9,4	25,2
75-75-75	8,3	7,5	8,8	27,4
65-75-70	8,7	8,1	8,7	26,0
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>0,93</i>	<i>0,94</i>	<i>0,99</i>	<i>2,98</i>

Певні тенденції щодо зниження у плодах кавуна сухих речовин, цукрів, вітаміну С та підвищення вмісту нітратів (на +3,17-8,73 % – до 26,0-27,4 %) існують, проте всі значення знаходяться у межах похибки досліду. Вміст нітратів у плодах не перевищує ГДК, встановлених ДСТУ 3805:1998 та іншими нормативами [237, 415].

Висновки до розділу 5.

1. Закономірно, що мінімальні біометричні параметри та фотосинтетичну продуктивність у розрізі всіх культур фіксували у богарних умовах. Навіть помірне зрошення (режим із РПВГ від 60 до 75 % від НВ ґрунту) збільшувало ВР в середньому на 74,2 %, ПЛП – на 82,8 %, ФП – на 90,9 % та ЧПФ – у 2,7 разів. Максимальні параметри, які характеризують ростові процеси, було зафіксовано на варіантах із РПВГ 80-90 % від НВ, у т.ч. і за диференційованих режимів краплинного зрошення. Так, (порівняно із контрольним варіантом – без зрошення) ВР була більшою у 2,2 рази, ПЛП – 2,5 рази, ФП – 2,3 рази та ЧПФ – 3,4 рази. У той же час, реалізація інтенсивних режимів краплинного зрошення (з РПВГ понад 90 % від НВ ґрунту) призводила до незначного, проте достовірного зниження всіх біометричних показників на 5 – 9 % порівняно із біологічно оптимальними режимами зрошення (РПВГ 80-90 % від НВ ґрунту). Це свідчить про пригнічення розвитку рослин в умовах перезволоження.

2. У дослідях з вивчення впливу РПВГ на ростові процеси та фотосинтетичну продуктивність нами, за результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних, отримано лінійні залежності ФП від ПЛП.

3. Характер розвитку, глибину та ширину, кількість коренів було обумовлено РПВГ та параметрами зон зволоження. На варіантах із природнім зволоженням корені рослин, у «пошуках» вологи, проникали

найглибше, а сама коренева система була найменш розвинута, порівняно із зрошуваними варіантами. Зі збільшенням РПВГ прослідковувалась тенденція до зменшення глибини розташування кореневої системи, збільшення ширини її розповсюдження, а також загальної кількості та ваги коренів. Причому, таку тенденцію було збережено і на варіантах з високими РПВГ (90-95-ПВ). Разом з цим, кореляційний зв'язок між масою сухих коренів та врожайністю культур встановлено лише між богарними та зрошуваними варіантами.

4. Оптимальними варіантами, які забезпечують найвищий рівень врожайності у дослідях, є реалізація режимів краплинного зрошення з РПВГ

- 80 % від НВ ґрунту для картоплі весняного строку садіння (27,1 т/га);
- 80 % від НВ ґрунту для кукурудзи цукрової (18,2 т/га);
- 90-80 % від НВ ґрунту для перцю солодкого розсадного (57,8 т/га);
- 75-85 % від НВ ґрунту для баклажану розсадного (48,0 т/га);
- 85 % від НВ ґрунту для кукурудзи на зерно (17,15 т/га);
- 90 % від НВ ґрунту для цибулі ріпчастої ранньостиглої (57,3 т/га).

5. Кращими варіантами у дослідях, які забезпечили найвищу продуктивність за мінімальних питомих витрат ресурсів, є поєднання таких факторів:

- на насінневій сої (5,94 т/га) – застосування краплинного зрошення з РПВГ 80-80-70 % від НВ ґрунту на фоні густоти рослин 417,6 тис. шт./га;
- на буряку цукрового для переробки на біогаз (167,6 т/га) – застосування краплинного зрошення з укладанням ПТ у кожне міжряддя;
- на буряку цукровому для переробки на цукор (96,6-99,6 т/га) – густота посіву 111,1 тис. рослин/га і строку збирання – 21 жовтня;
- на кавуні – площа живлення 1,5 м², рекомендована доза добрив N₆₀P₉₀K₆₀ та рівень передполивної вологості ґрунту 65-75-70 % від НВ.

6. За результатами кореляційно-регресійного аналізу експериментальних даних отримані математичні залежності врожайності досліджуваних культур від водного режиму ґрунту.

7. Застосування технологій краплинного зрошення у разі не проведення хімічних заходів боротьби з бур'янами (без внесення гербіцидів), провокує їх сходи та активний ріст, збільшуючи їх чисельність (порівняно із богарними умовами) у 1,9-2,2 рази. За цього, в таких умовах врожайність зерна кукурудзи знижується на 21,0-22,2 %, а цибулі ріпчастої ранньостиглої – у 2,2-3,8 разів.

8. Дослідженням впливу режимів краплинного зрошення (РПВГ) на біохімічний склад продуктивних органів просапних культур встановлено достовірне зниження вмісту сухих речовин, клітковини та незначне підвищення вмісту нітратів у варіантах із інтенсивним зволоженням (85-95 % від НВ) порівняно із незрошуваними умовами. Разом з цим, у всіх дослідках, вміст нітратів, завдяки збалансованій системі мінерального живлення рослин, яка базувалась на дозованому та дискретному внесенні мінеральних добрив з поливною водою (фертигації), не перевищував ГДК. Встановлено також достовірне зростання вмісту крохмалю та вітаміну С у бульбах картоплі за оптимізації режиму краплинного зрошення. У інших дослідках достовірного впливу на решту показників (вміст цукрів, вітаміну С, крохмалю, протеїну, декстрину) режими краплинного зрошення (РПВГ) не мали.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СТРОКІВ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ПОЛИВІВ

6.1 Діагностика строків поливів просапних культур за концентрацією клітинного соку листя

Отримання максимального ефекту від зрошення значною мірою залежить від правильності вибору часу початку поливу. Проектний режим зрошення лише наближено визначає строки проведення вегетаційних поливів. Безпосередньо час чергового поливу встановлюють у процесі вегетації рослин. У практиці зрошуваного землеробства застосовують різні методи і підходи до призначення строків вегетаційних поливів. За конструктивними особливостями та характерними ознаками вченими Інституту водних проблем і меліорації НААН методи розділено на чотири основні групи [681]: за вологозапасами кореневого шару ґрунту, розрахункові методи, біологічні (фізіологічні) та візуальні. Одними із найуживаніших є на сьогодні методи першої групи. Разом з тим, констатуємо, що вологість ґрунту є лише одним із абіотичних екологічних факторів суходолу, який впливає на водний обмін рослин. Тому одним із певних недоліків методів першої групи методів є відсутність зв'язку з самими рослинами: не враховується фізіологічний стан рослинного організму.

Питанням розробки та удосконалення фізіологічних методів призначення строків поливу присвячено чимало наукових праць [30, 31, 40, 126, 110, 130, 137, 344, 405, 466, 562, 630]. Проте більшість досліджень виконано для умов дощування або поверхневого поливу, а також із застосування в основному морально застарілих приладів для діагностики стану рослин. Отже, проведення досліджень з питань діагностики поливів за концентрацією

клітинного соку (ККС) за вирощування просапних культур на краплинному зрошенні є на сьогодні актуальним.

З метою встановлення залежностей між вологістю ґрунту і ККС листя з 2010 по 2012 рр. на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН проведено польові дослідження на культурах буряка цукрового і картоплі ранньої.

Методикою досліджень було передбачено пошарове визначення вологості ґрунту термостатно-ваговим методом і паралельно визначали ККС листя. Для цього брали розвинутий листок з другого ярусу рослини. Також встановлювали зміни показника ККС залежно від часу доби та у різних частинах листка: у черешку, середині та кінчику.

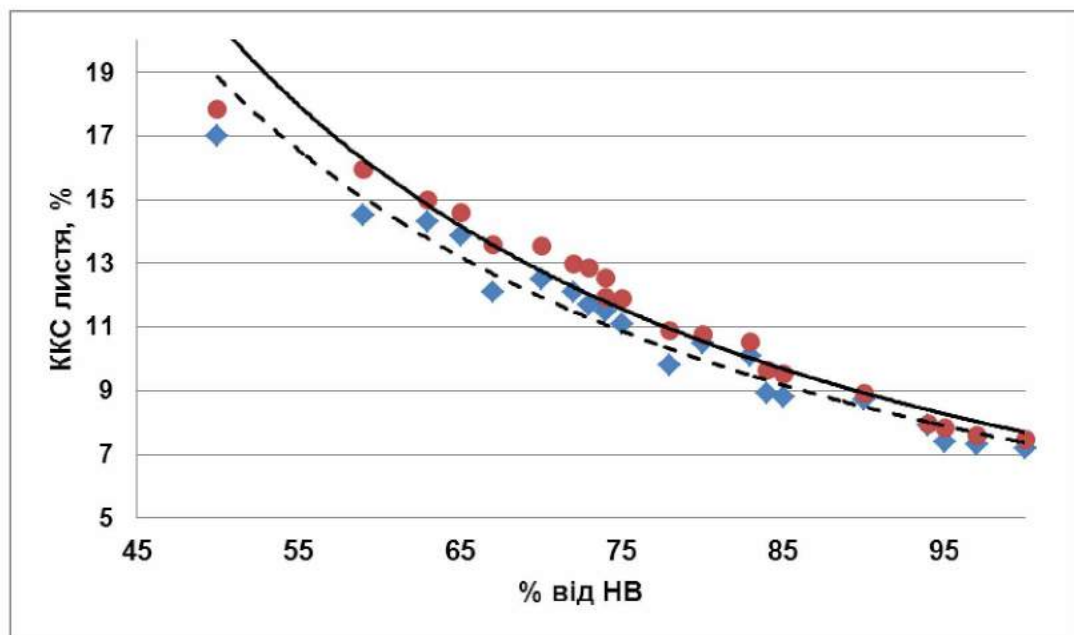
Розміщення дослідних ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Площа посівної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Для проведення обліків та спостережень використовували загальноприйняті методики [371, 615]. Для визначення ККС листя використовували рефрактометр цифровий Atago PAL-Alfa (рисунок 6.1). Повторність визначення – 10 разова.



Рисунок 6.1 Рефрактометр цифровий Atago PAL-Alfa

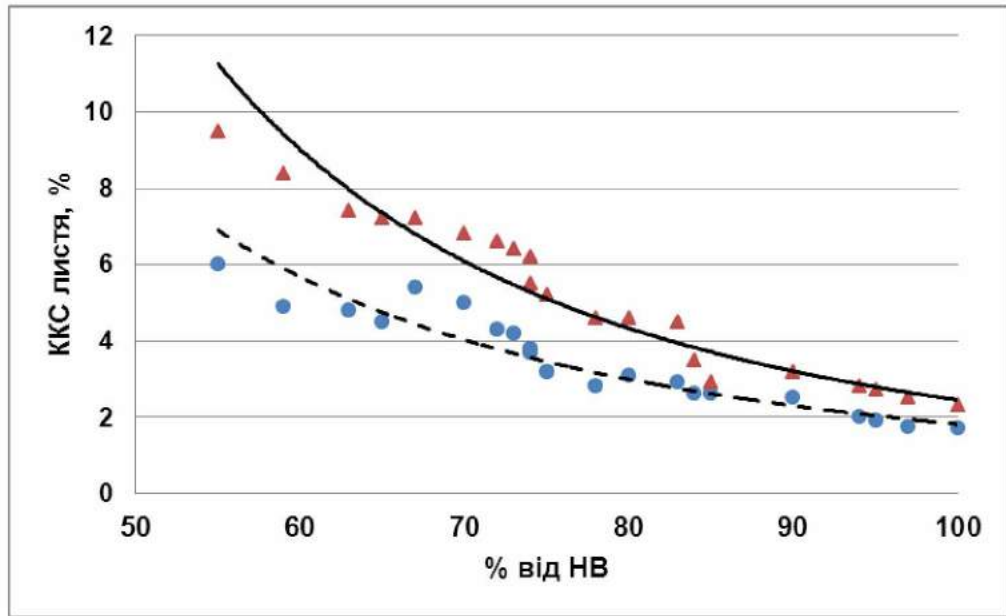
Статистична обробка експериментальних даних виявила існування достовірних обернених кореляційних залежностей між ККС листя і вологістю ґрунту для основних фаз розвитку рослин (рисунки 6.2-6.3). Так встановлено, що ККС листя рослин як буряка цукрового, так і картоплі зростає зі зниженням вологості кореневого шару ґрунту. За усередненими даними, за об'ємної вологості ґрунту 15,6 % (або 60 % від НВ ґрунту) ККС листя рослин буряка на 4,85 %, а картоплі – на 1,90 % вища, ніж за вологості 23,4 % (або 90 % від НВ ґрунту).

За отриманими даними розраховано коефіцієнти кореляції (r) та помилку коефіцієнта кореляції (m_r) (таблиця 6.1).



- – у 1-й період вегетації (сходи – початок утворення коренеплодів);
- – у 2-й період вегетації (ріст коренеплодів-технічна стиглість).

Рисунок 6.2 – Залежності «ККС листя – вологість ґрунту» для основних фаз розвитку буряка цукрового (шар ґрунту – 0-60 см)



- – у 1-й період вегетації (сходи – бутонізація);
 ——— – у 2-й період вегетації (цвітіння – досягання).

Рисунок 6.3 – Залежності «ККС листя – вологість ґрунту» для основних фаз розвитку картоплі ранньої (шар ґрунту – 0-40 см)

Таблиця 6.1 – Кореляційні залежності між ККС листя та вологістю ґрунту за краплинного зрошення просапних культур

Значення r та m_r	Рівень передполивної вологості ґрунту, % НВ						
	60	65	70	75	80	85	90
<i>Буряк цукровий (шар 0-60 см)</i>							
r	-0,86	-0,87	-0,90	-0,90	-0,92	-0,90	-0,80
m_r	$\pm 0,06$	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$
<i>Картопля рання (шар 0-40 см)</i>							
r	-0,82	-0,80	-0,85	-0,87	-0,85	-0,80	-0,77
m_r	$\pm 0,07$	$\pm 0,06$	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$	$\pm 0,10$	$\pm 0,11$

Методами математичної статистики нами обраховано коефіцієнт k , ввівши який у рівняння параболи ($y = k/x$) отримуємо відповідне значення ККС листя рослин за різних рівнів передполивної вологості ґрунту (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2 – Значення ККС листя просапних культур залежно від об'ємної вологості середньосуглинкового ґрунту та РПВГ

Фаза розвитку	k	ККС листя залежно від вологості ґрунту та РПВГ						
		15,6	16,9	18,2	19,5	20,8	22,1	23,4
		60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
<i>Бурак цукровий (шар 0-60 см)</i>								
сходи – поч. утв. коренеплодів	219	14,0	12,9	12,0	11,2	10,5	9,9	9,4
ріст коренеплодів-технічна стиглість	235	15,1	13,9	12,9	12,1	11,3	10,6	10,0
середні значення	227	14,55	13,40	12,45	11,65	10,90	10,25	9,70
<i>Картопля рання (шар 0-40 см)</i>								
сходи – бутонізація	72	4,6	4,3	4,0	3,7	3,5	3,3	3,1
цвітіння – досягання	105	6,7	6,2	5,7	5,4	5,0	4,7	4,4
середні значення	89	5,65	5,25	4,85	4,55	4,25	4,00	3,75

З метою встановлення зв'язку між ККС листя рослин та часом доби заміри проводили по годинно з 07:00 до 21:00. Спостереження показали, що найнижчі значення ККС відмічено о 7-й годині, а найвищі – між 13-ю та 15-ю годинами дня. Встановлена динаміка залежала від температури і вологості приземних шарів повітря і не залежала від виду культури і фази її розвитку (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3 – Значення ККС листя просапних культур протягом світлового дня (варіант з РПВГ 80% від НВ)*

Культура	Час доби, год. / ККС листя, %							
	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00
<i>Бурак цукровий</i>	11,2	11,6	12,0	12,8	13,0	12,5	12,1	11,9
<i>Картопля рання</i>	3,5	3,7	3,8	4,2	4,6	4,2	4,1	3,8

*Примітка. Всі параметри приведено до температури +18⁰С.

Найбільш високу кореляцію між ККС та вологістю ґрунту зафіксовано у вранішні години: з 7-ї до 9-ї, а далі, протягом дня, вона мала тенденцію до зниження. Тому, враховуючи це, заміри показників ККС необхідно проводити вранці, в один і той самий час.

Визначення ККС у різних частинах листка показали, що найнижчі показники характерні для черешка, а найвищі – у пробах, взятих із кінчика листка. Така залежність була характерна як для буряка, так і для картоплі, незалежно від фази їх розвитку. Зміна величини ККС листя залежно від ярусу розташування листків не мала чітких закономірностей. Тому для найбільш достовірного визначення ККС необхідно відбирати пробу із середньої частини розвинутого листка одного і того ж ярусу.

Отже, нами експериментально встановлено загальні закономірності змін ККС листя просапних культур залежно від вологості ґрунту. Призначення поливів буряка цукрового за величини ККС його листя у 1-й половині вегетації 10,5 %, у 2-й – 11,3 %, а картоплі за величини у 1-й половині вегетації 3,5 %, у 2-й – 5,0 % забезпечує підтримання водного режиму ґрунту на рівні 80-90 % від НВ ґрунту. Визначення ККС необхідно проводити за удосконаленою методикою: відбирати проби із середньої частини розвинутого листка одного і того ж ярусу вранці, в один і той самий час, повторність визначення – не менше п'яти проб.

Перспектива подальших досліджень полягає у визначенні водного дефіциту та вмісту води у листках залежно від вологозабезпечення рослин.

6.2 Адаптація методу «Penman – Monteith» для умов краплинного зрошення Степу України

Біологічною основою режиму зрошення є сумарне водоспоживання рослин або евапотранспірація (ЕТс). Під ЕТс розуміють загальний об'єм води, який випаровується протягом вегетаційного періоду з поверхні ґрунту і рослин (фізичне випаровування – K_e), інфільтрується у нижчі горизонти ґрунту та витрачається рослинами на транспірацію (K_{cb}).

Визначальними факторами, які впливають на величину ET_c є клімат зони і погодні умови поточного чи розрахункового вегетаційного періоду їх вирощування.

Визначення водоспоживання сільськогосподарських культур є ключовим питанням, від вирішення якого залежать величини норм поливу, ефективність і екологічні наслідки від зрошення. У практиці зрошуваного землеробства водоспоживання розраховують за допомогою різних методів: за даними спеціальних дослідів, за коефіцієнтами транспірації та водоспоживання, на основі рівнянь водного балансу тощо.

На сьогодні існує багато методів, за якими сумарне випаровування визначають на основі метеорологічних параметрів та біологічних особливостей сільськогосподарських культур. В зрошуваних умовах Степової зони України у різний час практичне застосування отримали такі методи: біокліматичний метод А.М. Алпатьєва (1954) [5], пізніше удосконалений С.М. Алпатьєвим (1965) [6] та В.П. Остапчиком (1989) [233], біофізичний метод Д.А. Штойко (1971) [698], М.М. Іванова (1954) [228] та ін.

У світі тривалий час поширеними були методи Penman (1956) [754] та Blaney-Criddle (1950) [741]. Враховуючи певну неточність цих методів у 1990 р. рада експертів при FAO рекомендувала затвердити комбінований метод «Penman-Monteith» у якості стандарту для розрахунку еталонного сумарного випаровування (ET_0). Методом передбачено визначення ET_0 гіпотетичної культури висотою 0,12 м, опором поверхні 70 cm^{-1} і альbedo 0,23, подібної до газонної трави однієї висоти у фазі активної вегетації і достатньо зволоженої. Розрахункове рівняння «Penman-Monteith» виведено із рівняння енергетичного балансу поверхні ґрунту, а залежність ET_c від ET_0 відображає коефіцієнт культури K_c , який характеризує відмінності між типовою сільськогосподарською культурою та еталонною газонною травою [737, 742, 757]. Значення K_c є типовими величинами, очікуваними для середнього K_c в стандартних кліматичних умовах, які визначено як

субгумідний клімат (різновид степового клімату, найбільш забезпеченого опадами) за середньодобової мінімальної вологості повітря $RH_{min} \approx 45\%$ та середній швидкості вітру 2 м/с. Посушливіший клімат та більша швидкість вітру обумовлюють збільшення значень K_c [737, 744, 745]. Кліматичні умови Степу Сухого ($RH_{min} \approx 30\%$, $v \approx 3$ м/с) відрізняються від типових FAO, тому для практичного використання методу «Penman-Monteith» необхідно корегування K_c з урахуванням відхилень від стандартних умов [274].

Метою цих досліджень було встановлення особливостей та адаптація розрахункового методу визначення сумарного випаровування «Penman-Monteith» до умов краплинного зрошення Степу України.

Полеві експерименти проведено на землях ДП «ДГ «Брилівське» Інституту водних проблем і меліорації НААН (підзона Степу Сухого – клімат помірно жаркий, дуже посушливий) у 2013-2015 рр.

Оскільки K_c фактично залежить від фази розвитку культури, вегетаційний період кукурудзи було розділено на три умовні частини: початкову, серединну та прикінцеву фази.

Встановлено, що в умовах 2013 р. фактичне середньодобове випаровування E_{Tc} відрізняється від евапотранспірації E_{Tc} (FAO) розрахованої з використанням коефіцієнту культури K_c (FAO) (рисунок 6.4). Так, у період «сходи – викидання волоті» (I декада травня – III червня) та від молочної стиглості до збирання (II декада липня – I вересня) E_{Tc} (FAO) перевищує фактичне середньодобове випаровування відповідно на 20 та 28 м³/га. Від викидання волоті до молочної стиглості (III декада червня – II липня) E_{Tc} (FAO) менше за фактичне випаровування в середньому на 10 м³/га. На час сходів кукурудзи K_c (FAO) становив 0,65, що в умовах 2013 р. в 4,7 разів перевищувало фактичний K_c . Протягом травня та I-II декади червня K_c (FAO) відповідно був в 3,1 та 1,2 рази більше за фактичне значення K_c . Від викидання волоті до молочної стиглості (критичний період щодо водоспоживання) K_c (FAO) був на 10 % нижчий за фактичний K_c .

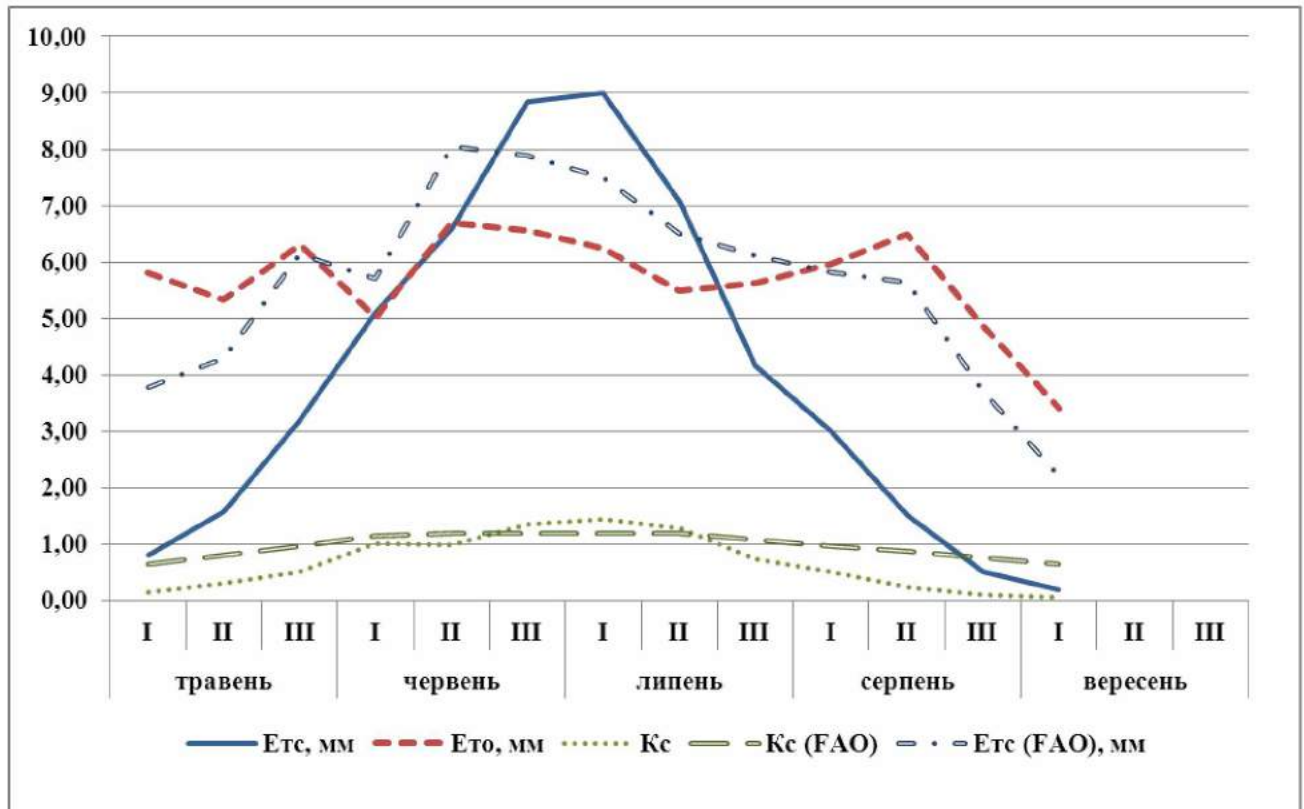


Рисунок 6.4 – Евапотранспірація та Кс кукурудзи – 2013 р.

У період дозрівання (від молочної до повної стиглості зерна) Кс (FAO) знову перевищував фактичне значення у 1,5 рази, а у I декаді вересня – в 11 разів.

За вегетаційний період кукурудзи (травень-вересень) у 2013 р. випало 138 мм опадів (середньопосушливий). За призначення поливів інструментальним методом було проведено 30 вегетаційних поливів зрошувальною нормою $4500 \text{ м}^3/\text{га}$, сумарне водоспоживання становило $5949 \text{ м}^3/\text{га}$. Нижче ET_c (факт.) у 2013 р. (порівняно із 2014-2015 рр.) пов'язане із низьким температурним режимом і дощовою погодою у липні, коли $ET_o = 5,79 \text{ мм/добу}$ (у 2014-2015 рр. – $7,37-7,35 \text{ мм/добу}$). Призначення поливів за методом «Penman-Monteith» потребувало проведення п'яти додаткових вегетаційних поливів, що збільшило зрошувальну норму та сумарне водоспоживання на 750 та $712 \text{ м}^3/\text{га}$ відповідно. Урожайність зерна (14 % вологості) за різних методів призначення строків поливу знаходилась у межах $16,8-17,1 \text{ т/га}$ (за $НІР_{05 \text{ т/га}} = 0,7 \text{ т/га}$).

За методом «Penman-Monteith» у 2014 р. від сходів до I декади червня та від I декади серпня до збирання, середньодобове випаровування перевищувало фактичне відповідно на 20 та 30 м³/га (рисунок 6.5). Разом з цим, із II декади червня по III декаду липня, навпаки – знижувало середньодобове випаровування на 20 м³/га. Кс (FAO) на початковій та прикінцевій фазах розвитку культури перевищував фактичний відповідно на 65 та 85 %, а в середині сезону, навпаки – був нижчим на 20 %.

За вегетаційний період у 2014 р. випало 145,6 мм опадів (середньопосушливий). За призначення поливів інструментальним методом провели 38 вегетаційних поливів зрошувальною нормою 5700 м³/га, сумарне водоспоживання становило 7369 м³/га. Призначення поливів за методом «Penman-Monteith» потребувало проведення 4 додаткових вегетаційних поливів, що збільшило зрошувальну норму та сумарне водоспоживання на 600 та 544 м³/га відповідно. Урожайність зерна за різних методів призначення строків поливу знаходилась у межах 17,1-17,5 т/га (за $НІР_{05 \text{ т/га}}=0,6 \text{ т/га}$).

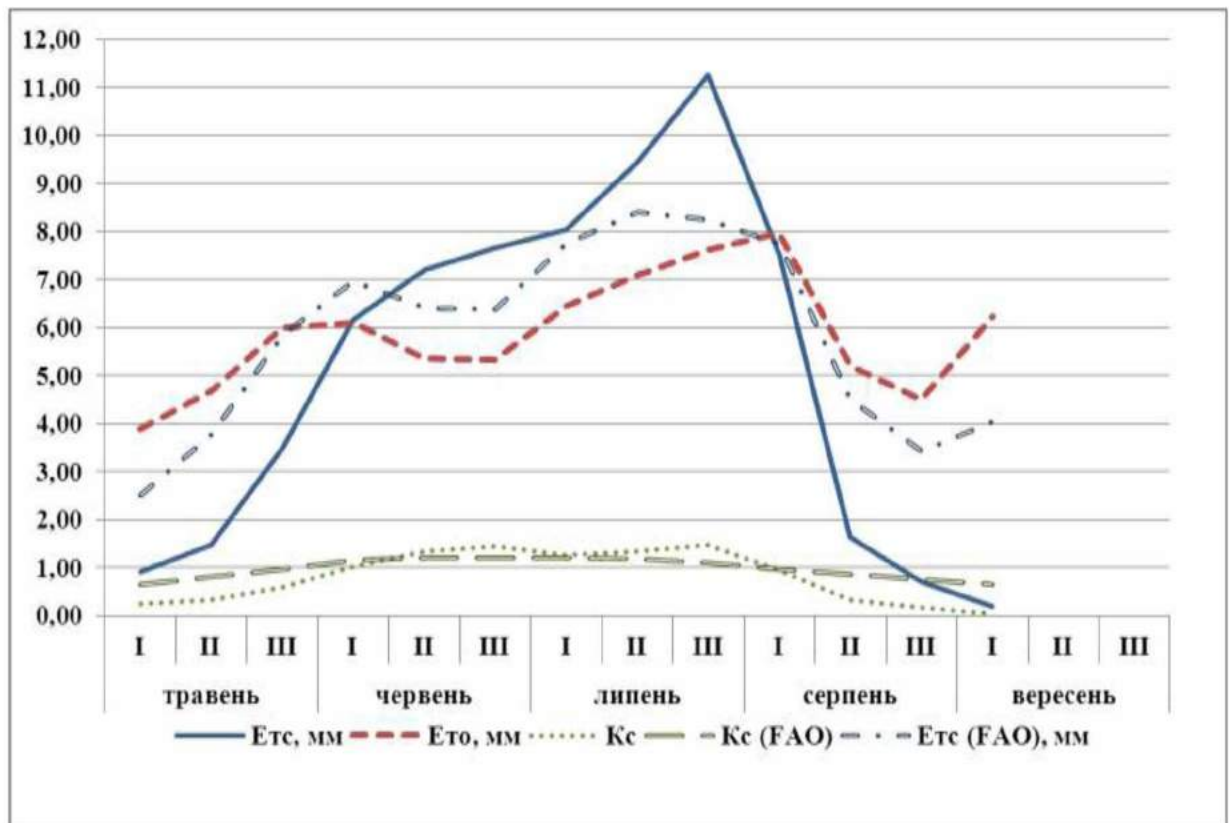


Рисунок 6.5 – Евапотранспірація та Кс кукурудзи – 2014 р.

За методом «Penman-Monteith» у 2015 р. від сходів до I декади червня та з II декади серпня до збирання сумарне середньодобове випаровування перевищувало фактичне на $20 \text{ м}^3/\text{га}$ (рисунок 6.6).

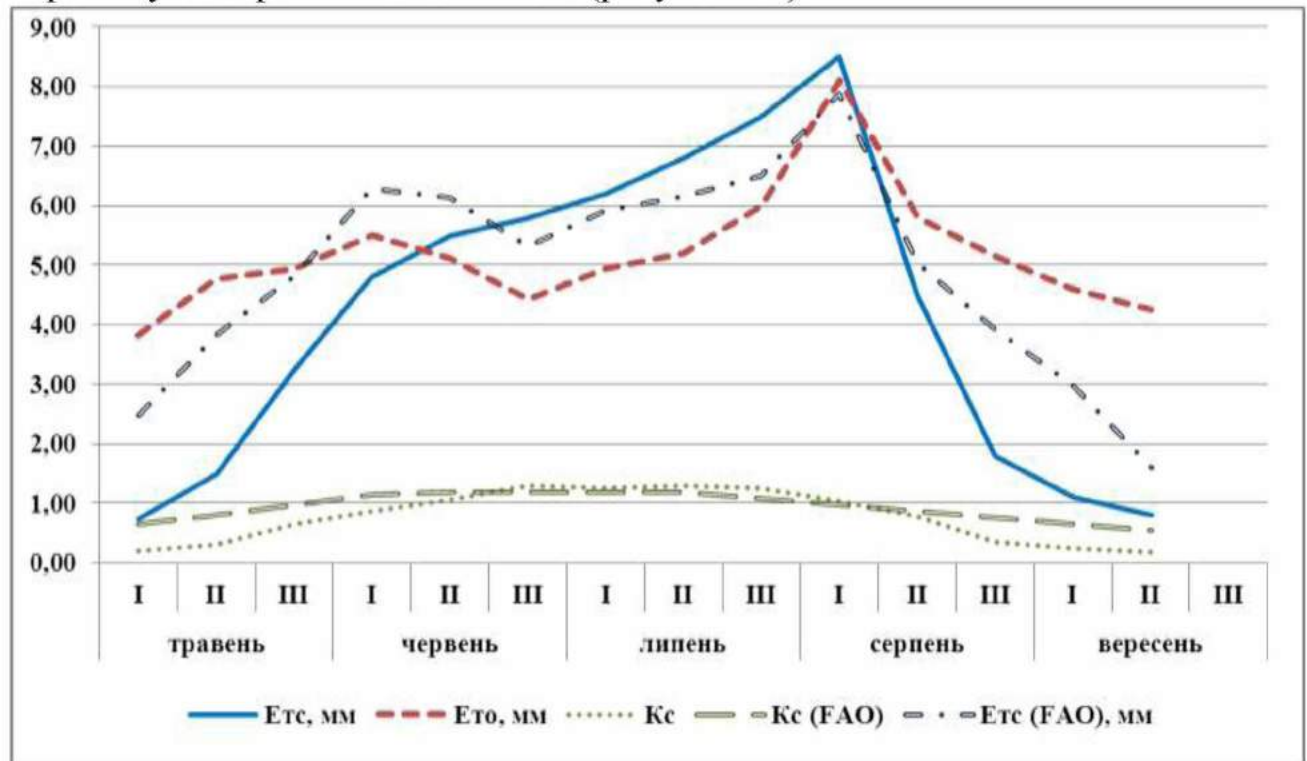


Рисунок 6.6 – Евапотранспірація та Кс кукурудзи – 2015 р.

У той час, як із II декади червня по I декаду липня, навпаки – знижувало середньодобове випаровування на $10 \text{ м}^3/\text{га}$. Кс (FAO) на початковій та прикінцевій фазах розвитку культури перевищував фактичний відповідно на 75 та 80 %, а в середині сезону, навпаки – був нижчим на 10 %.

За вегетаційний період у 2015 р. випало $335,2 \text{ мм}$ опадів (середньовологий). За призначення поливів інструментальним методом провели 25 поливів зрошувальною нормою $3750 \text{ м}^3/\text{га}$, а сумарне водоспоживання становило $7841 \text{ м}^3/\text{га}$. Призначення поливів за методом «Penman-Monteith» потребувало проведення 7 додаткових поливів, що збільшило зрошувальну норму та сумарне водоспоживання на 1050 та $1035 \text{ м}^3/\text{га}$ відповідно. Урожайність сухого зерна за різних методів призначення строків поливу знаходилась у межах $16,8\text{-}17,0 \text{ т/га}$ (за $\text{НІР}_{0,5 \text{ т/га}}=0,8 \text{ т/га}$).

Отже, за три роки досліджень Кс-фактичний хоч і був дещо різний, проте його відношення до Кс (FAO) чітко корелює у часі, що дає нам можливість, з метою подальших розрахунків середньодобового випаровування за методом «Penman-Monteith», прийняти середнє значення Кс-прийнятий (Кс (пр.) (рисунок 6.7). Констатуємо, що значення Кс (пр.) для культури кукурудзи в умовах Степу відрізняється від типового Кс (FAO). Так, на початковій стадії розвитку кукурудзи Кс (FAO) перевищує Кс (пр.) від 20 до 225 %, що, як показують розрахунки, є наслідком переполиву у цей період близько 1000 м³/га. В середині сезону (II декада червня – III декада липня), коли у кукурудзи критичний період щодо водоспоживання, Кс (FAO) навпаки – на 10-15 % нижчий за Кс (пр.), що спричиняє вже дефіцит вологи у межах 400-500 м³/га. Від початку прикінцевої фази до збирання зерна Кс (FAO) знову перевищує Кс (пр.) на 20-215 %, що спричинює переполив у 500-600 м³/га.

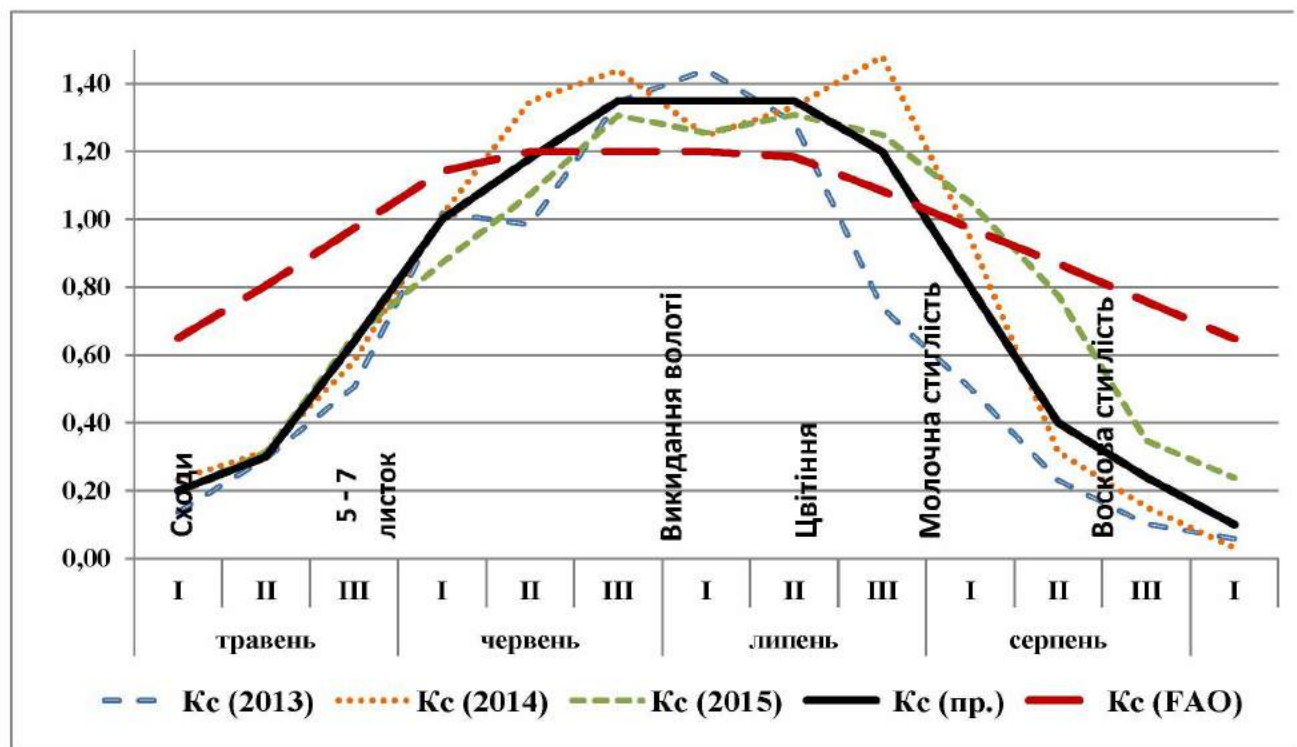


Рисунок 6.7 – Динаміка змін протягом вегетації кукурудзи та співвідношення Кс (FAO) і Кс (пр.)

Для визначення E_{Tc} кукурудзи на зерно необхідно E_{To} розраховане за методом «Penman-Monteith» (в програмі « E_{To} Calculator» або іншій) за окремий проміжок часу (добу чи декаду) помножити на відповідне середнє декадне значення коефіцієнта культури K_c (пр.) (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Середньодекадні значення коефіцієнта K_c для кукурудзи

травень			червень			липень			серпень			вересень
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
0,20	0,30	0,64	1,0	1,18	1,35	1,35	1,35	1,2	0,8	0,4	0,24	0,10

За використання програмного забезпечення CropWat [275], iMetos (додаток «Itrimet») зручно користуватися даними таблиці 6.5:

Таблиця 6.5 – Коефіцієнт K_c для кукурудзи за умовними фазами розвитку

Умовна фаза розвитку рослин кукурудзи	Дата	K_c
Початкова	05 травня	0,20
Початок серединної	25 червня	1,35
Кінець серединної	25 липня	1,35
Прикінцева	05 вересня	0,10

Отже, за результатами досліджень встановлено, що значення фактичного коефіцієнту культури K_c для кукурудзи на зерно в умовах краплинного зрошення Степу України відрізняється від типового K_c (FAO). На початковій та прикінцевій стадіях розвитку рослин кукурудзи K_c (FAO) завищує фактичне значення випаровування від 20 до 225 %, а в середині сезону, навпаки – занижує на 10-15 %. Це призводить до переполиву на початку та в кінці вегетації кукурудзи та дефіциту вологозапасів у критичний період розвитку рослин. Враховуючи чітку кореляцію K_c (FAO) і K_c (пр.) для визначення фактичної евапотранспірації (E_{Tc}) рослин кукурудзи на зерно в умовах краплинного зрошення Степу України рекомендуємо використовувати скореговані значення K_c (див. дані таблиць 6.4 – 6.5).

6.3 Управління краплинним зрошення на основі використання інтернет–метеостанцій iMetos®

Рішення щодо проведення чергового вегетаційного поливу приймають на основі використання того або іншого підходу (методу) призначення термінів поливу. На сьогодні відомо безліч методів призначення термінів вегетаційних поливів, які за характерними ознаками і конструктивними особливостями розділяють на чотири основні групи: за вологістю ґрунту, розрахункові, біологічні (фізіологічні) та візуальні [496]. Найбільш достовірними і точними є методи першої групи, використання яких базується на моніторингу вологості кореневого шару ґрунту. Їх, у свою чергу, підрозділяють на прямі (визначають вміст води в зразку ґрунту) і непрямі (визначають параметри, які знаходяться в тісному взаємозв'язку з вологістю ґрунту – капілярний потенціал, електро- і теплопровідність, електроємність), точкові (вологість визначають в окремих репрезентативних точках (пробах) і площинні (вологість визначають одночасно з певної площі). Всього відомо понад 70 способів визначення вологості ґрунту. Одним із недоліків методів першої групи є трудомісткість виконання робіт, що, у більшості випадків, утруднює їх використання в сільськогосподарському виробництві [196, 496].

Цей недолік практично усунено шляхом використання нових технічних засобів. Більшість сучасних методів визначення вологості ґрунту відносяться до групи непрямих методів, підгрупи «точкові виміри шляхом закладання датчиків (сенсорів) у репрезентативних точках» і базуються на визначенні параметрів, які знаходяться в тісному кореляційному зв'язку із вологістю ґрунту (діелектричній проникності ґрунту, інтенсивності поляризації введених в ґрунт електродів та ін.). Серед найбільш відомих можна назвати такі технічні пристрої: Diniver-2000 і EnviroSCAN («Sentek»,

Австралія), SM200-UM-1.1 (Великобританія), CropSense (США), ECHO2 (Австрія) та ін.

Метою цих досліджень було розроблення науково-практичних рекомендації щодо інтерпретації даних використання систем моніторингу вологості ґрунту на основі інтернет-станцій iMetos®, встановити особливості роботи датчиків вологості ґрунту Watermark і Echo Probe (10 HS, EC 5).

Інститут водних проблем і меліорації НААН має п'ятирічний досвід управління краплинним зрошенням на основі використання інтернет-станцій типу iMetos®/SM/ECHO/TNS/ECOD2. Ця сучасна система моніторингу вологості ґрунту використовує технологію спостереження за метеопараметрами «fieldclimate» від Pessl Instruments Ltd. Станція вологості ґрунту або метеостанція складаються з основного модуля (бази) з пристроями для запам'ятовування і зчитування. Функціонує система від автономної акумуляторної батареї, підзарядка якої здійснюється від сонячних панелей. Сенсори вологості під'єднують до приладу реєстрації за допомогою кабелю RS 485. Передачу даних забезпечує GPRS-модем, що використовує мобільний GPRS-інтернет будь-якого оператора. Дані передаються через заданий інтервал часу на сайт www.fieldclimate.com. Доступ користувачеві до даних, звітів і графіків дає наявність персонального імені і паролю. Ці дані зберігаються на сервері протягом трьох років, для зручності їх можна зберегти в EXCEL-форматі. Основний модуль (базу), як правило, комплектують двома типами датчиків: Watermark (200 SS) і Echo Probe (10HS, EC5) (рисунок 6.8) [411, 464].

Датчик Watermark призначено для визначення капілярного потенціалу ґрунтової вологи ($-K_n$) (Soil Water Tension), який характеризує водоутримувальні сили ґрунту і обумовлює доступність вологи для рослин [527, 528].

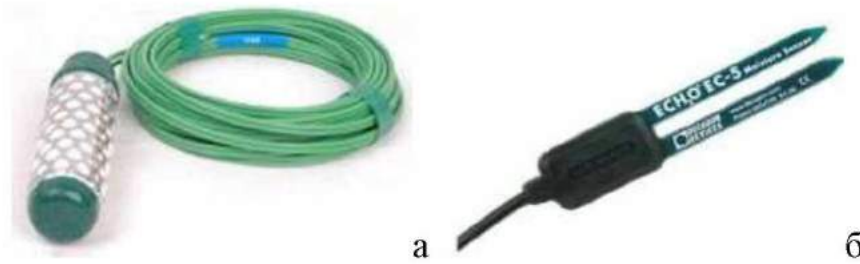


Рисунок 6.8 – Датчики вологості ґрунту Watermark (а) і Echo Probe (б)

Датчик Echo Probe визначає об'ємну вологість (Soil Water Content) ґрунту та працює за принципом рефлектометрії частотної області («Frequency Domain Reflectometry» (FDR)). Цей сенсор усереднює об'ємний вміст води в зоні його дії (до 2 см) з точністю вимірювання $\pm 2\%$. Вимірювання проводяться на основі діелектричної провідності ґрунтового середовища з частотою 70 МГц.

Таким чином, констатуємо, що коректне використання описаних сенсорів вимагає попереднього калібрування (тарування) або, точніше сказати, побудови функціональної залежності.

Як правило, під час побудови цієї залежності на осі ординат відкладають капілярний потенціал ґрунтової води, а на осі абсцис – вологість. Хоча, виходячи з фізичної суті процесу, слід було б робити навпаки, адже причиною зміни вологості є капілярний потенціал. Саме капілярний потенціал є незалежною величиною, а вологість ґрунту – залежною [687].

Для встановлення функціональної залежності на невеликій відстані від встановлених датчиків відбирають зразки ґрунту на глибині установки сенсорів. Термостатно-ваговим методом визначають вологість цих зразків ґрунту. На сайті фіксують показники відповідного датчика на момент відбирання зразків і за цими даними будують функціональні залежності.

Для датчика Watermark – це логарифмічна залежність вологості легкоуглинистого ґрунту ($y\%$ від найменшої вологомісткості (НВ) від капілярного потенціалу (тут і далі за текстом – в абсолютних значеннях кПа) (рисунок 6.9).

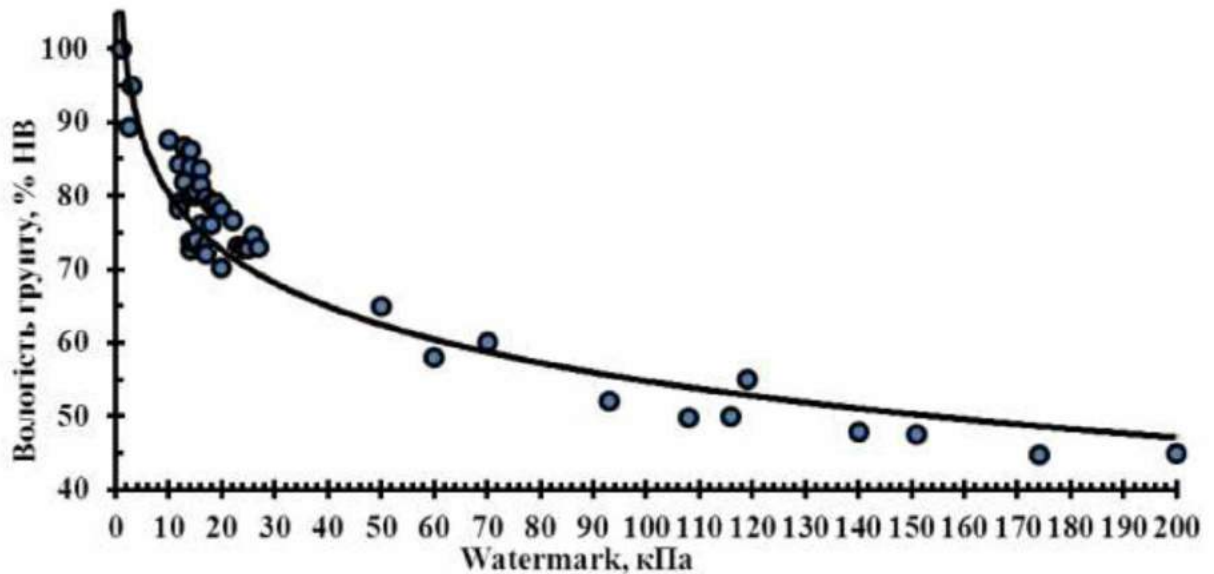


Рисунок 6.9 – Залежність капілярного потенціалу від НВ легкосуглинкового ґрунту

$$Y = -11,09 \ln(x) + 105,85, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,91,$$

де: Y – вологість ґрунту, % від НВ;

x – абсолютні показники датчика Watermark, кПа.

Для датчика Echo Probe – це експоненціальна залежність вологості у % від НВ від вмісту води у % (рисунок 6.10).

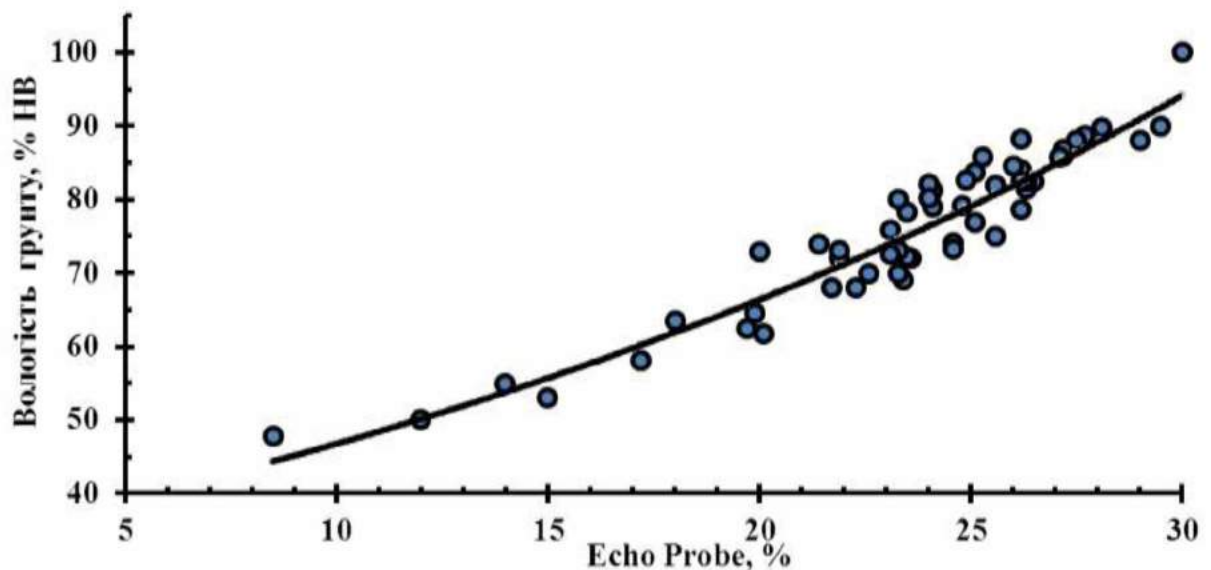


Рисунок 6.10 – Залежність об'ємного вмісту води, % від вологості ґрунту, % НВ

$$Y = 32,95 e^{0,035x}, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,92,$$

де: Y – вологість ґрунту, % від НВ ґрунту;

x – покази датчика Echo Probe, %.

Для контролю вологості ґрунту використовували інтернет-станцію iMetos®ECO D2, до якої було підключено 8 датчиків Watermark 200 SS і 8 датчиків – Echo Probe (EC-5). Для відмінності датчиків між собою в налаштуваннях станції кожному з них було присвоєно власне ім'я. Наприклад, Echo I-75 см – це датчик Echo Probe, розташований у I створі на глибині 75 см, Water I-30 см – датчик Watermark, який розташований у I створі на глибині 30 см. Покази датчиків відображаються як у графічному, так і в табличному вигляді. Дані можна відображати як по годинно, так і щодобово.

Дані за вибраний проміжок часу можливо експортувати в MS EXCEL-формат (таблиця 6.6), за допомогою якого значно спрощений перерахунок показників. Оскільки тарування робили у % від НВ ґрунту, то всі розрахунки також необхідно проводити для цього показника.

Таблиця 6.6 – Частина даних експортованих в Microsoft Excel (приклад)

Date	Echo I – 75 cm [%]	Echo I – 90 cm [%]	Water I - 15 cm [kPa]	Water I - 30 cm [kPa]	Echo II – 75 cm [%]	Echo III - 15 cm [%]	Water I - 45 cm [kPa]
01 травня	27,6	24,9	1	1	22,4	20,2	0
02 травня	27,3	25,7	6	9	23,6	20,6	3
03 травня	27,0	26,0	11	12	23,8	20,8	11
04 травня	26,8	26,0	7	11	23,8	20,7	11
05 травня	27,7	26,2	2	6	24,2	20,6	9
06 травня	27,6	26,4	2	9	24,4	21,4	3
07 травня	27,3	26,4	10	11	24,4	21,6	8
08 травня	27,0	26,4	12	12	24,3	21,7	12
09 травня	26,8	26,3	14	13	24,2	21,7	14
10 травня	26,6	26,3	15	14	24,1	21,5	15

На цьому етапі дані відображаються в тому порядку, в якому вони встановлені на станції, що не завжди зручно для аналізування, тому їх необхідно згрупувати за створами і глибиною (таблиця 6.7). Після групування за допомогою формул 1 (Watermark) і 2 (Echo Probe) перераховуємо показники датчиків у % від НВ ґрунту.

Таблиця 6.7 – Згруповані і перераховані показники датчиків вологості ґрунту

Date	Water I - 15	Water I - 30	Water I - 45	Water I - 60	Echo I - 75	Water I - 15	Water I - 30	Water I - 45	Water I - 60	Echo I - 75
	kPa	kPa	kPa	kPa	%					
01 травня	1	1	0	0	27,6	105,9	105,9	105,0	105,0	86,6
02 травня	6	9	3	5	27,3	86,0	81,5	93,7	88,0	85,7
03 травня	11	12	11	11	27,0	79,3	78,3	79,3	79,3	84,8
04 травня	7	11	11	11	26,8	84,3	79,3	79,3	79,3	84,2
05 травня	2	6	9	0	27,7	98,2	86,0	81,5	105,0	86,9
06 травня	2	9	3	0	27,6	98,2	81,5	93,7	105,0	86,6
07 травня	10	11	8	2	27,3	80,3	79,3	82,8	98,2	85,7
08 травня	12	12	12	9	27,0	78,3	78,3	78,3	81,5	84,8
09 травня	14	13	14	12	26,8	76,6	77,4	76,6	78,3	84,2
10 травня	15	14	15	12	26,6	75,8	76,6	75,8	78,3	83,6

Після перерахунку отримуємо вологість ґрунту у % від НВ, що дає широкі можливості для аналізування (рисунок 6.11) і призначення чергового вегетаційного поливу за зниження вологості до заданого РПВГ.

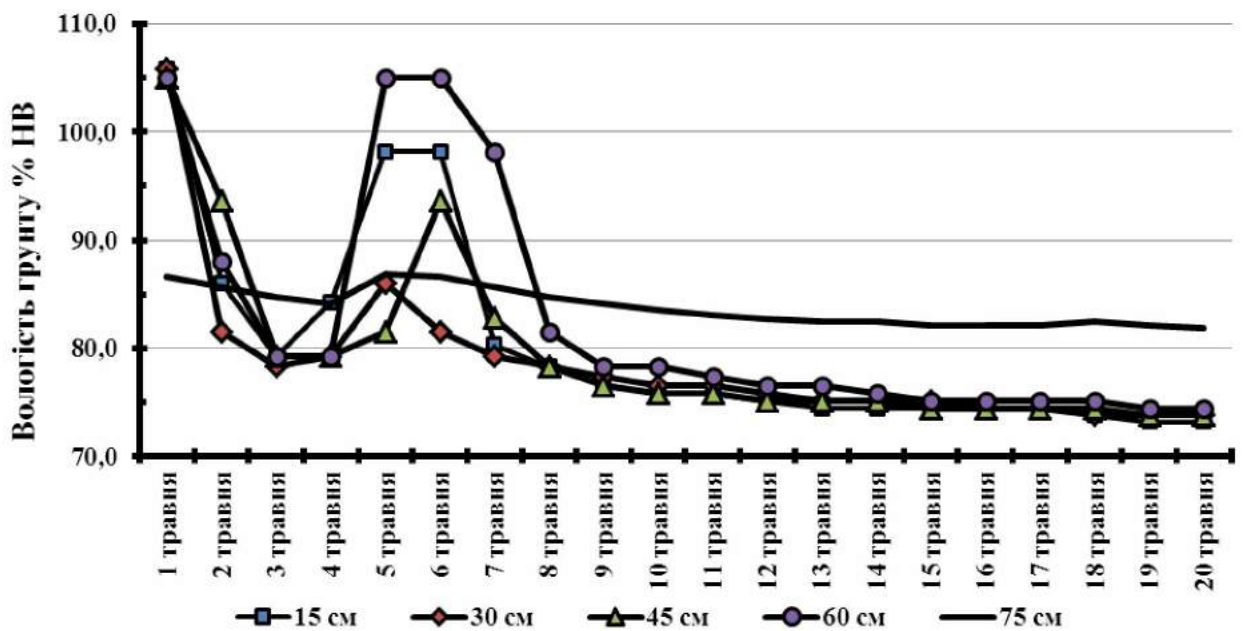


Рисунок 6.11 – Динаміка вологості ґрунту за шарами у I створі датчиків (під краплинною стрічкою)

Додаткові можливості користувачів в управлінні поливом відкриваються за використання додатку (підпрограми) «IRRIMET» для метеостанцій типу iMetos®SM/TNS. В цьому розділі можливо автоматично розраховувати водний баланс, враховуючи еталонну евапотранспірацію ET_0 , евапотранспірацію культури ET_c , продуктивні опади та ін.

У 2014 році на дослідному полігоні краплинного зрошення просапних культур на землях ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН (підзона Степу Сухого, Херсонська область) нами було проведено порівняльний експеримент на культурі кукурудзи. Схемою досліду було передбачено проведення вегетаційних поливів за допомогою сенсорів Watermark та Echo Probe, а в іншому варіанті – за допомогою тензіометрів з водно-ртутними манометрами (*еталон*). На кожному з варіантів було вставлено по 16 датчиків. Передполивна вологість ґрунту – 85 % від НВ ґрунту упродовж всієї вегетації культури, ґрунт ділянки – каштановий легкосуглинковий. Контрольний варіант – без зрошення.

Результати досліду показали, що істотних відмінностей в режимі зрошення, сумарному водоспоживанні рослин і, як наслідок, урожайності сухого зерна не вставлено (таблиця 6.8).

Таблиця 6.8 – Режим краплинного зрошення, сумарне водоспоживання та врожайність зерна кукурудзи залежно від методу призначення строків вегетаційних поливів

Варіанти дослідів	Продуктивні опади, м ³ /га	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м ³ /га	Вологозапаси ґрунту, м ³ /га		Витрати ґрунт. вологи, м ³ /га	Сумарне водоспоживання м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання м ³ /тонну зерна	Урожайність, т/га (за 14 % вологості)
				поч. вегетації	кін. вегетації				
Інтернет-станція iMetos	1456	38	5700	1420	1207	213	7369	421,1	17,52
Тензіометричний метод		37	5550	1410	1163	247	7253	418,3	17,34
Контроль (без зрошення)		–	–	1430	790	640	2096	1103,2	1,95
<i>НІР</i> 0,5 т/га		–					127,9	–	0,62

Це свідчить про правильність розробленої методики побудови функціональних залежностей (тарування) сенсорів вологості, достовірність і точність їх роботи за умови правильної експлуатації.

Таким чином, сучасні системи моніторингу вологості ґрунту на основі інтернет-станцій типу iMetos®SM/ECHO/TNS/ECOD2 забезпечують високу оперативність, точність і достовірність при управлінні режимом краплинного зрошення.

Для коректної інтерпретації показників датчиків вологості необхідно встановлювати функціональні залежності для кожного типу ґрунту:

- для датчика Watermark встановлено залежність капілярного потенціалу (кПа) від вологості ґрунту у % від НВ, яка описується рівнянням:

$$Y = -11,09 \ln(x) + 105,85, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,91$$
 (де, Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Watermark, кПа);

- для датчика Echo Probe встановлено залежність вологості ґрунту (% НВ) від умісту води (%), яка описується рівнянням:

$$Y = 32,95 e^{0,035x}, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,92$$
 (де, Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Echo Probe, %).

Також, в результаті проведення польового дослідження з діагностики поливів за допомогою інтернет-станції вологості ґрунту iMetos®ECOD2 і тензіометричного методу, не було встановлено істотних відмінностей в режимах краплинного зрошення, сумарному водоспоживанні рослин та врожайності зерна кукурудзи.

Висновки до розділу 6.

1. Експериментально встановлено загальні закономірності змін ККС листя просапних культур залежно від вологості ґрунту. Призначення поливів буряка цукрового за величини ККС його листя у 1-й половині вегетації 10,5 %, у 2-й – 11,3 %, а картоплі за величини у 1-й половині вегетації 3,5 %, у 2-й – 5,0 % забезпечує підтримання водного режиму ґрунту на рівні 80-90 % від НВ ґрунту. Визначення ККС необхідно проводити за удосконаленою методикою: відбирати проби із середньої частини розвинутого листка одного і того ж ярусу вранці, в один і той самий час, повторність визначення – не менше п'яти проб.

2. Встановлено, що значення фактичного коефіцієнту культури K_c для кукурудзи на зерно в умовах краплинного зрошення Степу України відрізняється від типового K_c (FAO). На початковій та прикінцевій стадіях розвитку рослин кукурудзи K_c (FAO) завищує фактичне значення випаровування від 20 до 225 %, а в середині сезону, навпаки – занижує на 10-15 %. Це призводить до переполиву на початку та в кінці вегетації кукурудзи та дефіциту вологозапасів у критичний період розвитку рослин. Враховуючи чітку кореляцію K_c (FAO) і K_c (пр.) для визначення фактичної евапотранспірації (E_{Tc}) рослин кукурудзи на зерно в умовах краплинного зрошення Степу України рекомендуємо використовувати скореговані значення K_c .

3. Сучасні системи моніторингу вологості ґрунту на основі інтернет-станцій типу iMetos®SM/ECHO/TNS/ECOD2 забезпечують високу оперативність, точність і достовірність при управлінні режимом краплинного зрошення.

Для коректної інтерпретації показників датчиків вологості необхідно встановлювати функціональні залежності для кожного типу ґрунту:

- для датчика Watermark встановлено залежність капілярного потенціалу (кПа) від вологості ґрунту у % від НВ, яка описується рівнянням:

$Y = -11,09 \ln(x) + 105,85, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,91$ (де, Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Watermark, кПа);

- для датчика Echo Probe встановлено залежність вологості ґрунту (% НВ) від умісту води (%), яка описується рівнянням:

$Y = 32,95 e^{0,035x}, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,92$ (де, Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Echo Probe, %).

4. В результаті проведення польового дослідження з діагностики поливів за допомогою інтернет-станції вологості ґрунту iMetos®ECOD2 і тензіометричного методу, не було встановлено істотних відмінностей в режимах краплинного зрошення, сумарному водоспоживанні рослин та врожайності зерна кукурудзи.

РОЗДІЛ 7

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ЗОН ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТІВ

7.1 Дослідження основної гідрофізичної характеристики ґрунтів дослідних ділянок

Для оцінки доступності ґрунтової вологи рослинам недостатньо даних про загальну її кількість. Необхідна також характеристика енергетичного стану вологи. Для характеристики енергетичного стану води в ґрунті використовують тензіометричний метод, що базується на теорії потенціалу ґрунтової вологи [116, 117, 167, 528, 477, 485, 580].

Потенціал ґрунтової вологи є прямим енергетичним показником, що визначає стан, умови рівноваги та руху вологи в системі ґрунт-рослина-приземний шар атмосфери, а також доступність її для рослин [526, 528].

Повний потенціал об'єднує дію всіх факторів, які впливають на воду у ґрунті: гравітаційного поля; осмотичних сил, зумовлених наявністю розчинених речовин; адсорбційних сил, що виникають на поверхні розділу рідка фаза – тверда фаза; меніскових сил – на поверхні розділу рідка фаза – ґрунтове повітря; пневматичного тиску в газоподібній фазі ґрунту.

У деяких випадках на воду в ґрунті впливають не всі перераховані фактори, а лише деякі з них.

Величина повного потенціалу ґрунтової води (G) складається із трьох основних компонентів – гравітаційного, осмотичного і тензіометричного:

$$G = G_q + G_o + G_p$$

Гравітаційний (G_q) потенціал виражається різницею висот між двома рівнями ґрунтового профілю і не залежить від вологості, засолення й властивостей ґрунтів.

Осмотичний (G_0) потенціал є функцією концентрації та іонного складу ґрунтового розчину. Його величина впливає на стан і доступність ґрунтової вологи для рослин тільки на сильнозасолених ґрунтах.

Тензіометричний (G_p) потенціал або потенціал тензіометричного тиску, потенціал порової води (в літературі зустрічається тиск рідкої форми ґрунту) у свою чергу складається із двох потенціалів:

$$G_p = G_{p_s} + G_{p_c},$$

де G_{p_s} – матричний потенціал (в літературі зустрічається, каркасний, капілярно-сорбційний потенціал) [477, 528];

G_{p_c} – пневматичний потенціал.

Пневматичний потенціал обумовлений розходженням тисків у газовій фазі і стандартним газовим (атмосферним) тиском і не залежить від властивостей ґрунту.

Матричний потенціал обумовлений взаємодією твердої і рідкої фаз ґрунту.

У набухаючих ґрунтах матричний потенціал залежить не тільки від вологості, а і від механічного тиску, який створює навколишня маса ґрунту. Тому в набухаючих ґрунтах можна визначити потенціал обмежувальної поверхні $G_{p_s}^E$ та потенціал вологості $G_{p_s}^W$. В ненабухаючих ґрунтах зникає потенціал обмежувальної поверхні і матричний потенціал рівний потенціалу вологості.

Еквівалентом потенціалу ґрунтової води є тиск.

Максимальний вміст вологи у ґрунті при повній вологомісткості (ПВ) відповідає максимальній величині тензіометричного тиску ($P_s = 0$). Зі зменшенням вмісту вологи тиск зменшується ($P_s < 0$).

У діапазоні вологи від повної вологомісткості (ПВ) до 50-60% найменшої НВ основна роль у взаємодії води з твердою фазою ґрунту належить капілярно-сорбційним силам. Тому при контролі стану й

доступності ґрунтової вологи для рослин з метою визначення строків і норми поливу розглядають тільки одну складову повного потенціалу ґрунтової вологи – тензіометричний тиск (P_s) [477, 528].

Для кожного типу ґрунту існує зв'язок між величиною тензіометричного тиску (P_s) і вологістю ґрунту (W) – ваговою або об'ємною $P_s = f(W)$. Цей зв'язок представляють, здебільшого графічно, у вигляді кривих залежностей тиску від вологості ґрунту, які називаються кривими водоутримуваності ґрунту або основною гідрофізичною характеристикою ґрунту (ОГХ) [433, 477, 528].

Цю залежність нами визначено експериментально у польових умовах, паралельно із визначенням найменшої вологомісткості методом заливання майданчиків розміром 2 x 2 м. У процесі висушування визначали вологість ґрунту термостатно-ваговим методом і одночасно знімали показання тензіометрів, обладнаних водно-ртутними манометрами, які було встановлено на різних глибинах ґрунтового профілю (фотозвіт – додаток Н). Таким чином, провели тарування тензіометрів та побудували функціональні залежності $P_s = f(W)$ для середньосуглинкового, легкосуглинкового та супіщаного ґрунтів (рисунки 7.1 – 7.3).



Рисунок 7.1 – Залежність тензіометричного тиску $-P_s$ від вологості середньосуглинкового ґрунту W для шару 0-50 см (КДДС)

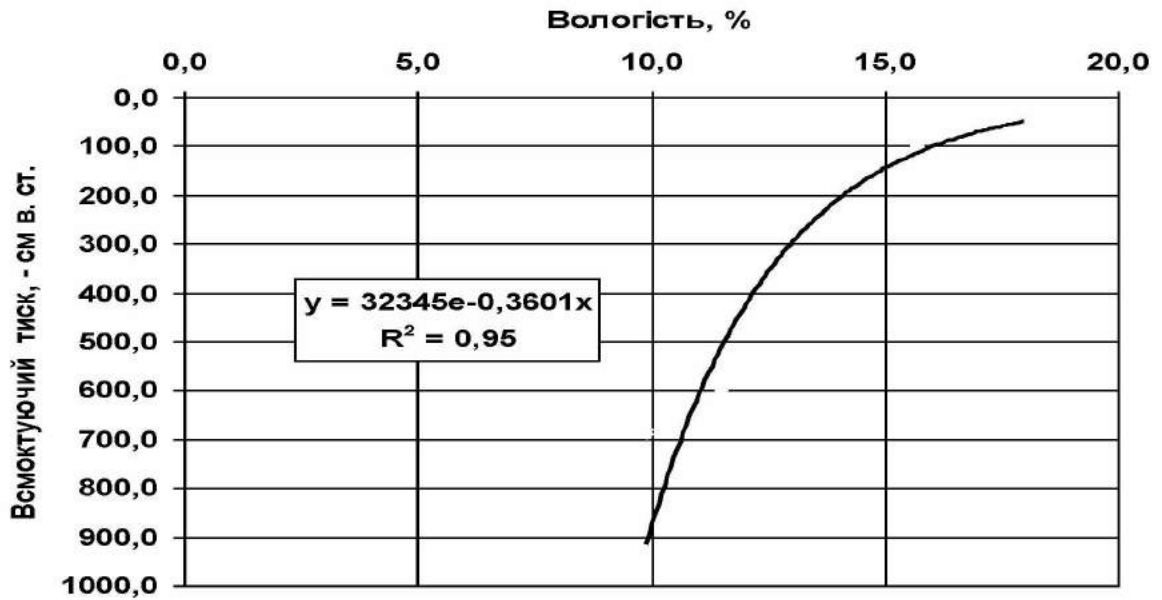


Рисунок 7.2 – Залежність тензіометричного тиску $-P_s$ від вологості легкосуглинкового ґрунту W для шару 0-50 см (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН)

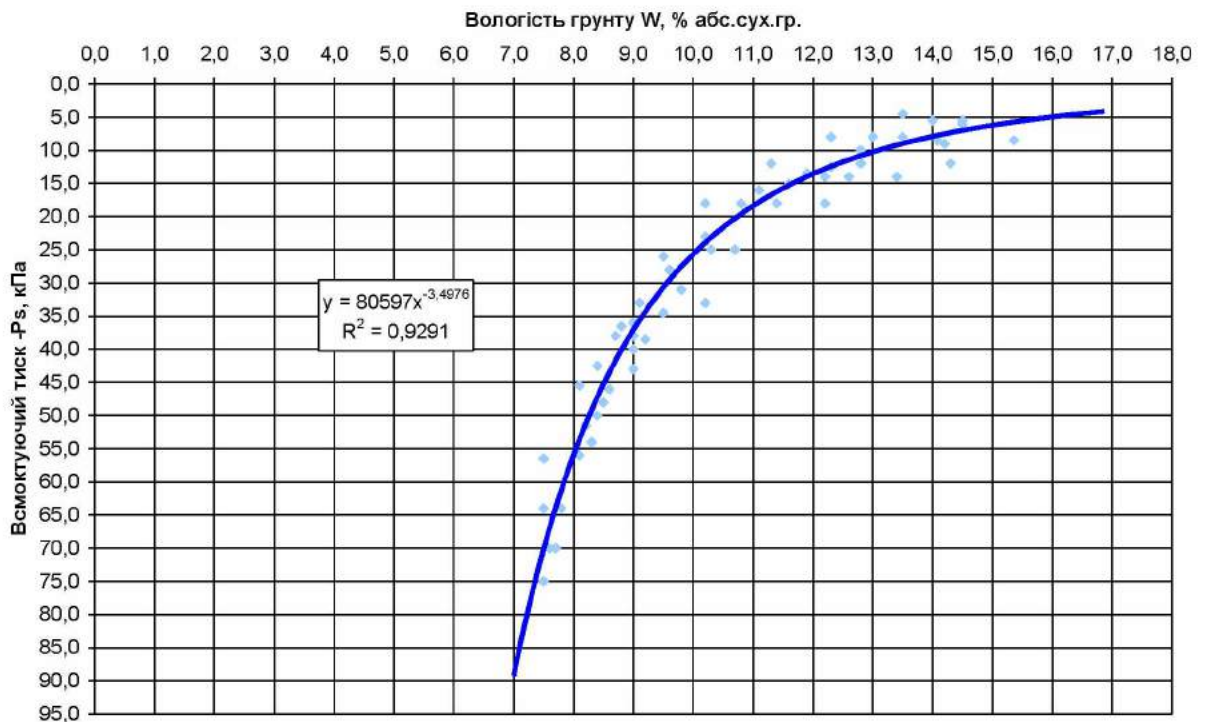


Рисунок 7.3 – Залежність тензіометричного тиску $-P_s$ від вологості супіщаного ґрунту W для шару 0-50 см (ДП «ДГ «великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН)

Ці залежності можуть бути представлені також у табличній формі (таблиця 7.1) [527]. Причому у тому і іншому випадку вологість ґрунту (W) може бути виражена в долях одиниці, у % від маси абсолютно сухого ґрунту, у % від об'ємної вологості ґрунту або ж у % від НВ (об'ємної або вагової).

Таблиця 7.1 – Взаємозв'язок потенціалу ґрунтової вологи (-кПа) з вологістю ґрунту

Тип ґрунту за гранулометричним складом	Вологість ґрунту, % НВ			
	НВ	80	70	60
Супішаний	4-6	12-14	20-24	34-36
Легкий суглинок	5-8	16-20	24-28	36-40
Середній суглинок	8-10	26-28	32-34	40-46

Оперативний контроль та управління водним режимом ґрунтів на зрошуваних землях із застосуванням тензіометричного методу зводиться до створення та підтримання протягом періоду вегетації оптимального діапазону тензіометричного тиску (вологості) в кореновому (активному) шарі ґрунту.

Як одиниця виміру тензіометричного тиску P_s в системі СІ використовується Паскаль (Па). У практичних вимірах поширені технічні одиниці виміру тиску – атмосфера (атм.), бар (bar), метри водного стовпа (м водн. ст.),

$$1 \text{ атм.} = 100 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа}; \quad 1 \text{ м. водн. ст.} = 10 \text{ кПа} = 0,01 \text{ МПа};$$

$$1 \text{ бар} = 100 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа}, \quad 1 \text{ кгс/см}^2 = 100 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа}.$$

В дисертаційних дослідженнях нами використано одиниця виміру тензіометричного тиску – кПа.

7.2 Особливості формування та параметри зон зволоження залежно від передполивної вологості, тривалості поливу та типу ґрунтів

Принциповою технологічною відмінністю краплинного зрошення є, як правило, локальний характер водоподачі у зону інтенсивного водоспоживання рослин. За цього формується зона зволоження відповідної геометричної форми та розмірів. Важливим завданням на етапі проектування та експлуатації системи краплинного зрошення є встановлення особливостей та геометричних параметрів формування зон зволоження ґрунтів при поливах. Необхідність проведення таких досліджень підсилюється тим фактом, що сільськогосподарські культури, особливо просапні, в різні фази свого розвитку потребують зволоження різних об'ємів ґрунту.

В колишньому СРСР [23, 42, 416, 424, 564, 685], а в останні роки в Україні [204, 329, 531, 541, 648] та Росії [119, 120, 417, 422, 701] було проведено цілий ряд подібних дослідів. Проте в них використано застарілі технічні засоби поливу (крапельниці із витратою 2-8 дм³/год.). Також їм бракувало системного і комплексного підходів: досліді проводили на одному типі ґрунту, без диференціації норм поливу тощо.

Завданням наших досліджень [684] було експериментальне визначення геометричних параметрів зон зволоження залежно від типу ґрунту за гранулометричним складом та норми поливу. Досліді проведено у 2015 р. на середньосуглинковому, легкосуглинковому та супіщаному типах ґрунтах на землях Кам'янсько-Дніпровської ДС ІВПіМ НААН (47°46' пн.ш. 34°42' сх.д.), ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН (46°40' пн.ш. 33°12' сх.д.) та ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС НААН (46°33' пн.ш. 33°59' сх.д.) відповідно [684].

Безпосередньо перед початком експерименту визначали щільність складення ґрунту через 10 см до глибини 100 см (ДСТУ ISO

11272:2001 (Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу) [713] та передполивну вологість у потенційній зоні зволоження (10-15 зразків, потім – усереднювали за кожною зоною) термостатно-ваговим методом за ДСТУ Б В.2.1 – 17:2009 (Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей) [142]. У досліді використано поливний трубопровід (ПТ) STREAMLINE 80 («Netafim®») з відстанню між водовипусками 0,25 м, витратою крапельниць 1,5 дм³/год., витратою 100 м ПТ – 600 дм³/год. Тривалість поливів складала від 1 до 8 годин з кроком експерименту 1 година. Після перетікання вологи у нижчі горизонти, т. б. коли сформовано максимальну зону зволоження (на супішаних ґрунтах – 6-7 год., на легких – 10-13 год., на середніх – 14-17 год.), визначали ширину на поверхні (*d*), ширину на глибині 25-40 см (*l*) та глибину зон зволоження ґрунтів (*h*). Тут і далі за текстом під терміном «зона зволоження» розуміємо об'єм ґрунту, вологість якого збільшилась в результаті проведення поливу (ДСТУ 7704:2015) [219].

Для дотримання принципу єдиної відмінності, передполивну вологість на всіх ділянках знижували до одного рівня: фактично вона становила 65-70 % від НВ у шарі ґрунту 0-50 та 70-75 % від НВ ґрунту у шарі 50-100 см.

Геометричні параметри і фактично розраховані площі зон зволоження різних типів ґрунтів за краплинного зрошення залежно від тривалості поливу наведено у зведеній таблиці 7.2.

Фактичні контури зон зволоження легкосуглинкового ґрунту (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН) геометрично описуємо як напівеліпс (рисунок 7.4, додаток П).

Таблиця 7.2 – Геометричні параметри і фактично розраховані площі зон зволоження різних за гранулометричним складом ґрунтів за краплинного зрошення залежно від тривалості (норми) поливу

Тривалість / норма поливу, год. / м ³ /100 м	Геометричні параметри та фактичні площі зон зволоження, см (см ²)														
	Легкий суглинок («Брилівське»)					Супіщаний ґрунт («В.Клини»)					Середній суглинок (КДДС)				
	h	d	h/d	l	S, см ²	h	d	h/d	l	S, см ²	h	d	h/d	l	S, см ²
1 / 0,6	41	56,5	0,726	48,5	1790	28	32	0,875	40	879	—*	—*	—*	—*	—*
2 / 1,2	43	70,0	0,614	58,1	2249	35	40	0,875	50	1380	—*	—*	—*	—*	—*
3 / 1,8	47	78,0	0,603	63,3	2984	67	60	1,117	70	3963	45,0	38,0	1,184	58,5	2324
4 / 2,4	55	75,5	0,728	66,0	3153	70	65	1,060	65	4165	52,0	50,0	1,040	62,0	2866
5 / 3,0	63	82,0	0,768	69,4	3811	74	70	1,057	80	4880	65,0	55,0	1,182	78,0	4413
6 / 3,6	67	98,0	0,684	82,2	5087	73	70	1,043	82	4993	67,5	59,5	1,134	84,5	4814
7 / 4,0	75	100,0	0,750	86,3	5568	90	80	1,125	90	6907	72,0	64,0	1,125	89,5	5593
8 / 4,6	73	108,0	0,676	90,0	5668	92	83	1,257	92	6992	75,0	69,0	1,087	94,0	6220
—	—	—	0,694	—	—	—	—	1,051	—	—	—	—	1,125	—	—

*Примітка – варіант не досліджувався.

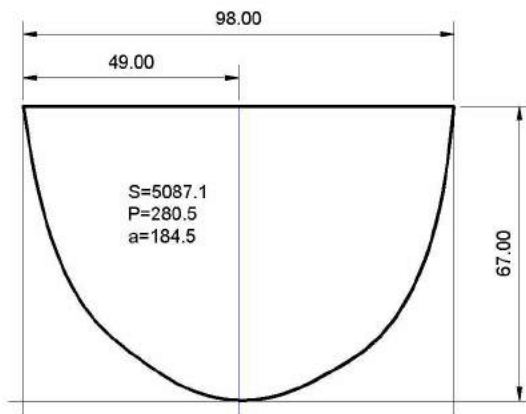


Рисунок 7.4 – Фактичний контур зони зволоження за КЗ легкосуглинкового ґрунту, варіант 3,6 м³/100 м ряду (ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ)

Виконавши аналітичну обробку експериментальних даних отримано лінійні залежності параметрів зони зволоження ґрунту від часу поливу:

$$S = 603,67 \times t + 1072,3, \text{ см}^2$$

$$h = 5,381 \times t + 33,786, \text{ см}$$

$$d = 6,869 \times t + 52,589, \text{ см}$$

t – час поливу, год.

Лінійні залежності h і d від часу поливу, рівняння, які описують ці залежності та коефіцієнти достовірності апроксимації (R^2) наведено на рисунку 7.5.

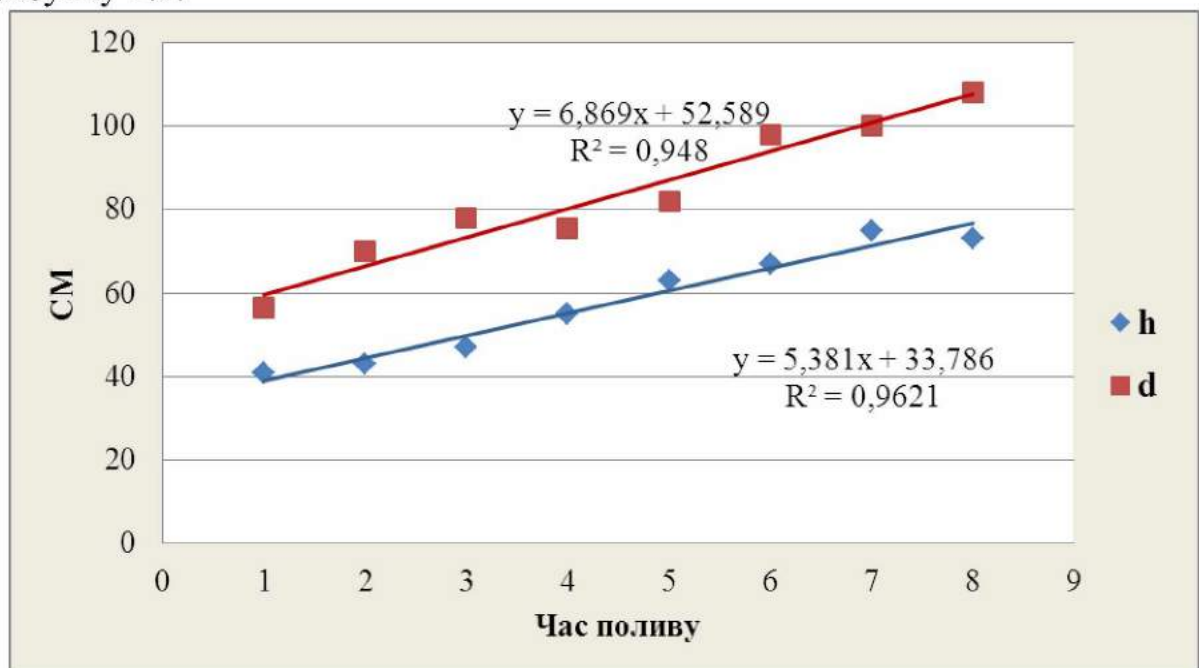


Рисунок 7.5 – Залежності глибини та ширини зон зволоження за КЗ легкосуглинкового ґрунту залежно від тривалості поливу

Отримані фактичні контури зон зволоження супіщаного ґрунту (ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ) геометрично описуємо як відсічений на 1/4 еліпс (рисунок 7.6, додаток П).

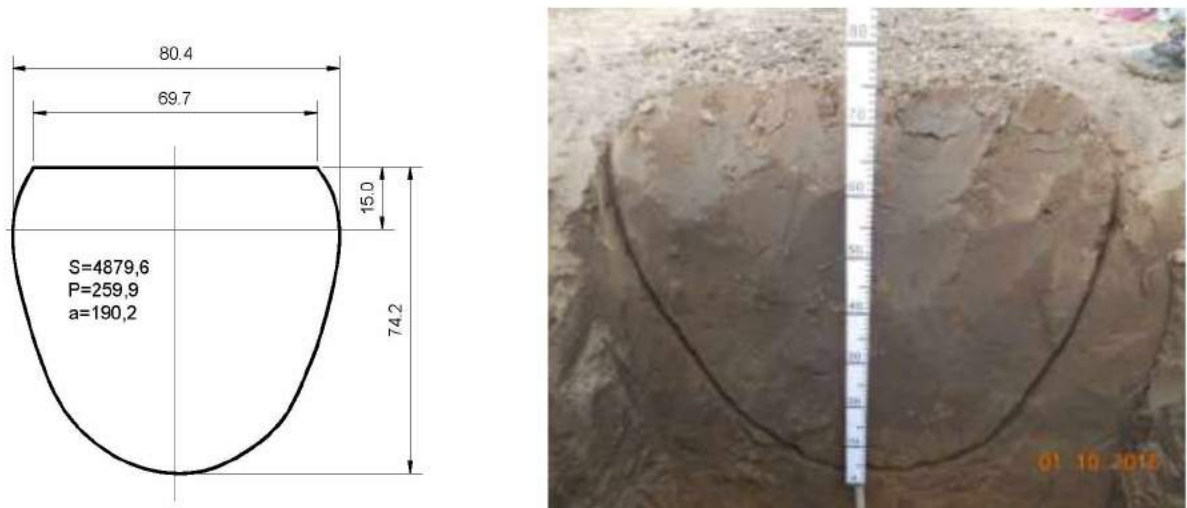


Рисунок 7.6 – Фактичний контур зони зволоження за КЗ супіщаного ґрунту, варіант 3,0 м³/100 м ряду (ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ)

Виконавши аналітичну обробку експериментальних даних отримано лінійні залежності параметрів контуру зволоження від часу поливу:

$$S=883,7 \times t+293,21, \text{ см}^2$$

$$h=8,869 \times t+26,214, \text{ см}$$

$$d=7,047 \times t+30,786, \text{ см}$$

t – час поливу, год.

Лінійні залежності h і d від часу поливу, рівняння, які описують ці залежності та коефіцієнти достовірності апроксимації (R^2) наведено на рисунку 7.7:

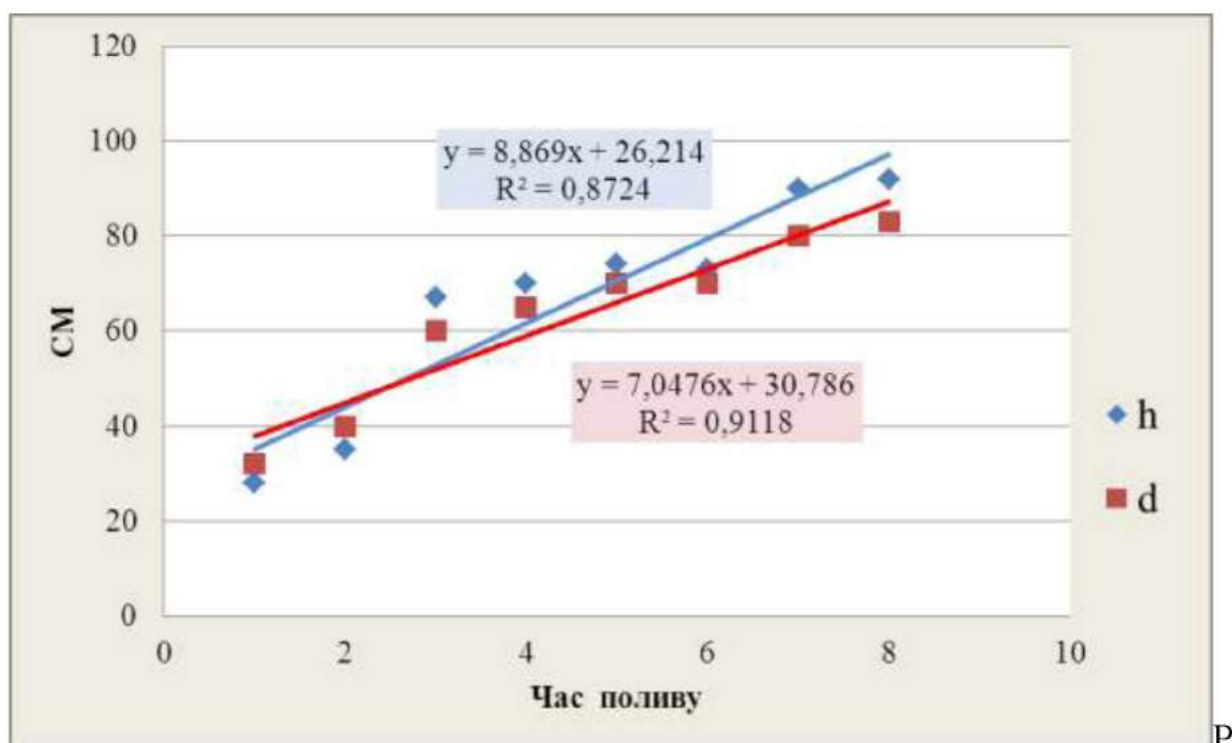


Рисунок 7.7 – Залежності глибини та ширини зон зволоження за КЗ супіщаного ґрунту залежно від тривалості поливу

Отримані фактичні контури зон зволоження середньосуглинкового ґрунту (КДДС ІВПіМ) геометрично описуємо як відсічений на 1/3 еліпс (рисунок 7.8, додаток П).

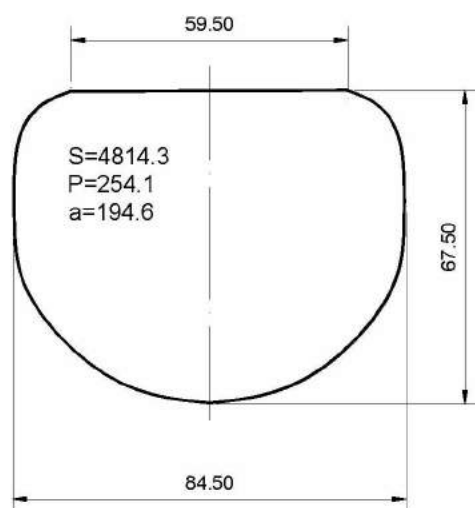


Рисунок 7.8 – Фактичний контур зони зволоження за КЗ середньосуглинкового ґрунту, варіант $3,6 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду (КДДС)

Виконавши аналітичну обробку експериментальних даних отримано лінійні залежності параметрів контуру зволоження від часу поливу:

$$S=802,01 \times t+39,03, \text{ см}^2$$

$$h=6,95 \times t+25,55, \text{ см}$$

$$d=6,15 \times t+22,55, \text{ см}$$

t – час поливу, год.

Лінійні залежності h і d від часу поливу, рівняння, які описують ці залежності та коефіцієнти достовірності апроксимації (R^2) наведено на рисунку 7.9.

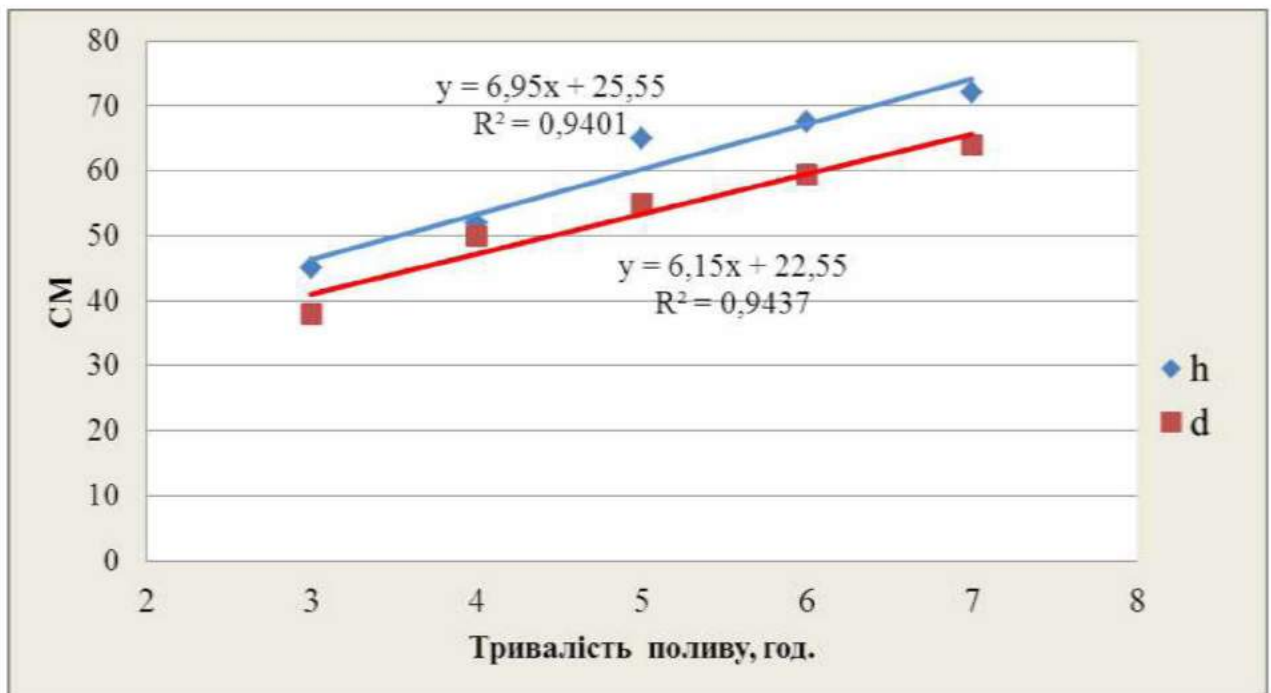


Рисунок 7.9 – Залежності глибини та ширини зон зволоження за КЗ середньосуглинкового ґрунту залежно від тривалості поливу

Таким чином, форма та розміри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення залежать від типу ґрунту за гранулометричним складом, його передполивної вологості та об'єму водоподачі. Експериментально, для легкого, середнього суглинків та супіщаного ґрунту встановлено співвідношення глибини до ширини (h/d), обраховано фактичні площі зон зволоження залежно від часу (норми) поливу. За використання

краплинного зрошення для визначення геометричних параметрів та площ зон зволоження ґрунтів рекомендуємо користуватися встановленими лінійними залежностями.

Перспектива подальших досліджень полягає у побудові ізоп'єз (ізоліній вологості у % від НВ) та ізоплет (ізоліній вологості у % від маси сухого ґрунту) на різних ґрунтах в умовах краплинного зрошення.

7.3 Динамічна модель вологоперенесення у ґрунті за краплинного зрошення просапних культур

Наукова робота є продовженням досліджень [532] з чисельного моделювання процесу вологоперенесення за краплинного зрошення, де в основі математичного моделювання використано систему диференціальних рівнянь в частинних похідних Клюта – Річардса [389]. Запропоновано чисельний метод, який дозволяє ефективно розв'язувати нелінійне рівняння Річардса в умовах кількох заглиблених точкових джерел, який легко поширюється на тривимірний випадок.

Припускаємо, що у поливній воді відсутні розчинені солі, процес розповсюдження вологи є ізотермічним, скелет ґрунту не деформується, тиск повітря ґрунту дорівнює атмосферному, волога у ґрунті нестисла, вологоперенесення відбувається під дією капілярних, гравітаційних сил, градієнтів вологості, випаровування та сили всмоктування кореневою системою рослин.

У прямокутній області $G = (x, z) | 0 < x < a, -b < z < 0$ (рисунок 7.10) розглядаємо нелінійне диференціальне рівняння:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k W \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k W \frac{\partial U}{\partial z} \right) + f(x, z, t), \quad 0 < t < T_1. \quad (7.1)$$

Тут невідомі: W – об'ємна вологість, $U = P + z$ – п'єзометричний напір, P – гідродинамічний потенціал, який залежить від W : $P = \varphi W$, φ – відома

функція, яка залежить від типу ґрунту і може бути побудована достатньо точно з використанням тензіометричного методу (рис. 7.11) [528].

Зауважимо, що рівняння (7.1) може бути записано в термінах потенціалу:

$$C W \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K U \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K U \frac{\partial U}{\partial z} \right) + f(x, z, t), \quad (7.1')$$

де $C W = \frac{\partial W}{\partial U}$ – функція водонасичення від водного потенціалу, що визначається експериментально.

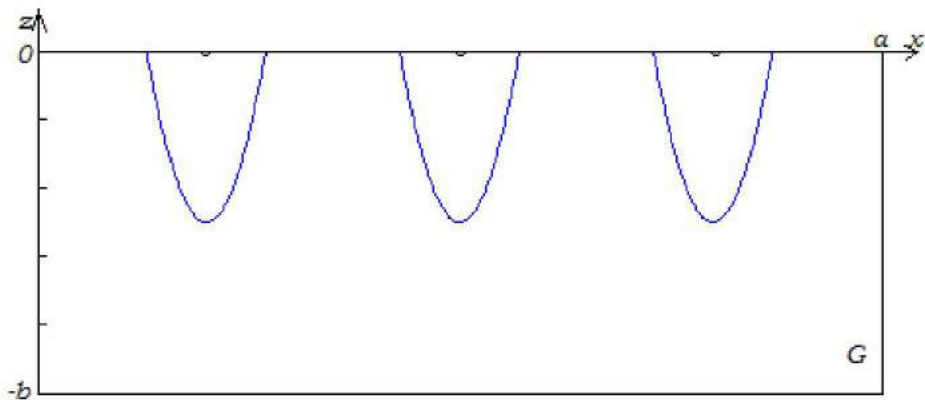


Рисунок 7.10 – Область G

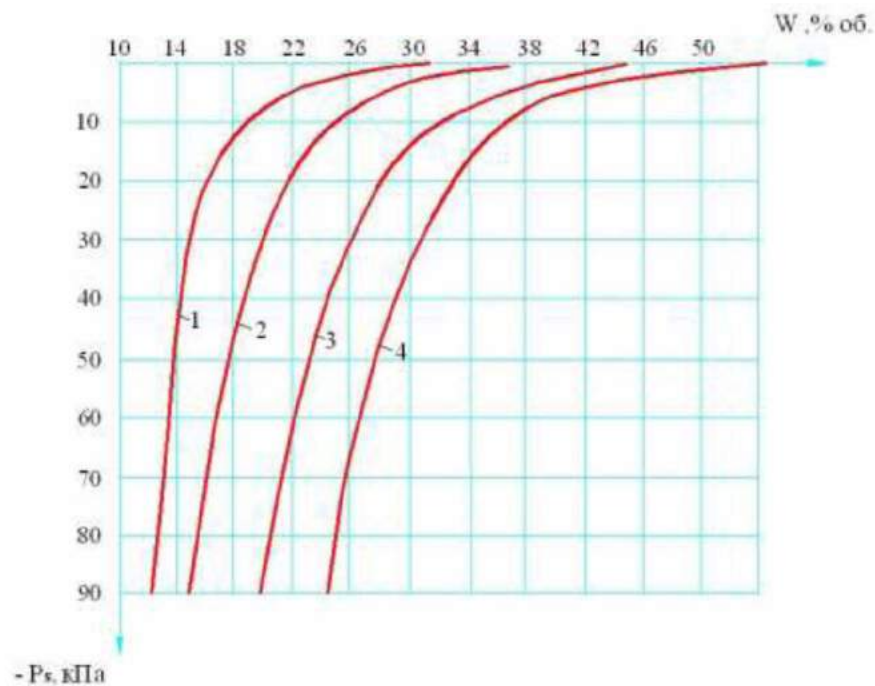


Рисунок 7.11 – Узагальнені залежності $P_S = \varphi(W)$ для різних типів ґрунтів
 1 – супіщані; 2 – легкосуглинкові;
 3 – середньосуглинкові; 4 – важкосуглинкові

$k(W)$ – коефіцієнт вологоперенесення – задана залежність, яка може бути визначена експериментально. В цій роботі, як можливий варіант наближення, використано формулу Авер'янова [12]:

$$k W = K_{\phi} \left(\frac{W - W^*}{m - W^*} \right)^{3.5}, \quad \text{де} \quad (7.2)$$

K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації; W – об'ємна вологість ґрунту; W^* – максимальна молекулярна вологомiсткість (ММВ) за А.Ф. Лебедевим; m – повна вологомiсткість ґрунту.

$f(x, z, t) = f_k(x, z, t) - f_r(x, z, t)$ – функція джерел (крапельниці) та стоків (відбір води коренями рослин). За умови точкових джерел (крапельниць) функція $f_k(x, z, t)$ представляє собою лінійну комбінацію δ -функцій Дірака.

Початкова умова:

$$W|_{t=0} = W_0(x, z) - \text{задана функція.} \quad (7.3)$$

Крайові умови:

на поверхні $z = 0$:

$U = 0$ (джерела заглиблені – на поверхні відсутні),

$$\text{або } U = h_k, \text{ де } h_k - \text{висота капілярного підняття,} \quad (7.4)$$

на нижній границі $z = -b$:

$$\frac{\partial W}{\partial z} = 0; \quad (7.5)$$

на правій та лівій вертикальних границях:

$$\frac{\partial W}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial W}{\partial x} \Big|_{x=a} = 0. \quad (7.6)$$

Беручи до уваги формулу (7.2), рівняння (7.1) перепишемо в недивергентній формі:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = k' W \left(\frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial W}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial z} \frac{\partial W}{\partial z} \right) + k W \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right) + f, \quad (7.1'')$$

$$\text{де } k' W = 3.5K_\phi \left(\frac{W - W^*}{m - W^*} \right)^{2.5} \frac{1}{m - W^*}.$$

Для використання основної гідрофізичної характеристики – залежності $P_S = f(W)$ в наведеній математичній моделі зручніше використовувати гладкі апроксимації залежностей з графіків рисунку 7.11 у аналітичному вигляді [528]:

$$P_S W = \mu h_k \left(-\ln \left| \frac{W - W^*}{m - W^*} \right| \right)^{1/n}, \quad (7.7)$$

де μ та n – емпіричні параметри, які підбирають експериментально або за методом Ньютона.

Тоді

$$U W = \mu h_k \left(-\ln \left| \frac{W - W^*}{m - W^*} \right| \right)^{1/n} + z \equiv \varphi W, z. \quad (7.8)$$

Чисельна дискретна модель.

Для чисельного розв'язання наведеної початково-крайової задачі ефективним виявився метод скінчених різниць, а саме, двокроковим симетризованим алгоритмом (ДС-алгоритмом) [73, 347] в поєднанні з методом Ньютона для нелінійних рівнянь.

Ідея ДС-алгоритму наступна. На області G вводиться рівномірна сітка [116]

$$\Omega_{ht} = \{x_i, z_j, t_n \mid x_i = ih_x, z_j = -jh_z, t_n = n\tau, i = \overline{0, M_1}, j = \overline{0, M_2}, n = \overline{0, N}\}, \quad \text{яку}$$

розбиваємо на дві підмножини (рисунок 7.12).

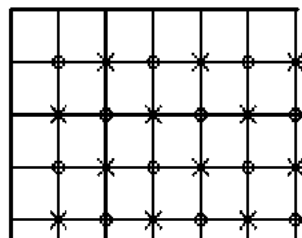


Рисунок 7.12– Сітка Ω_{ht}

$$\Omega_{ht}^{(1)} = \{x_i, z_j, t_n \mid i + j + n - \text{парне} (\times)\}$$

та $\Omega_{hr}^{(2)} = x_i, z_j, t_n \mid i+j+n$ - непарне (\odot).

Задамо на сітці початкові:

$$W_{ij}^0 = W_0 \quad ih_x, -jh_z, \quad i = \overline{0, M_1}, j = \overline{0, M_2} \quad (7.9)$$

та граничні умови:

$$D W_{i0}^{n+1} \frac{W_{i1}^{n+1} - W_{i0}^{n+1}}{h_x} - k W_{i0}^{n+1} = \alpha W_{i0}^{n+1} - W_0^B. \quad (7.10)$$

$$-\frac{W_{iM_2}^{n+1} - W_{iM_2-1}^{n+1}}{h_x} = 0 \quad (7.11)$$

$$\frac{W_{1j}^{n+1} - W_{0j}^{n+1}}{h_x} = 0, \quad \frac{W_{M_1j}^{n+1} - W_{M_1-1j}^{n+1}}{h_x} = 0 \quad (7.12)$$

Для знаходження розв'язку W_{ij}^{n+1} на кожному наступному $n+1$ часовому кроці у внутрішніх вузлах використовуємо схеми з центральними різницями спочатку знаходимо розв'язок W_{ij}^{n+1} у вузлах $x_i, z_j, t_{n+1} \in \Omega_{hr}^{(1)}$ за явною різницевою схемою:

$$W_{ij}^{n+1} = W_{ij}^n + \tau L_{hr} W_{ij}^n, \quad i = \overline{1, M_1-1}, j = \overline{1, M_2-1} \text{ де} \quad (7.13)$$

$$L_{hr} W_{ij}^n = k_W W_{ij}^n \left(\frac{U_{i+1j}^n - U_{i-1j}^n}{2h_x} \frac{W_{i+1j}^n - W_{i-1j}^n}{2h_x} + \frac{U_{iy+1}^n - U_{iy-1}^n}{2h_z} \frac{W_{iy+1}^n - W_{iy-1}^n}{2h_z} \right) +$$

$$+ k W_{ij}^n \left(\frac{U_{i+1j}^n - 2U_{ij}^n + U_{i-1j}^n}{h_x^2} + \frac{U_{iy+1}^n - 2U_{ij}^n + U_{iy-1}^n}{h_z^2} \right) + f_{ij}^n,$$

потім у вузлах $x_i, z_j, t_{n+1} \in \Omega_{hr}^{(2)}$ за неявною різницевою схемою

$$W_{ij}^{n+1} = W_{ij}^n + \tau L_{hr} W_{ij}^{n+1} \quad (7.14)$$

Враховуючи те, що значення у сусідніх вузлах знаходяться явно за схемою (7.13), система $M_1 M_2$ нелінійних алгебраїчних рівнянь (7.9-7.14) з $M_1 M_2$ невідомими розщеплюється на $M_1 M_2 / 2$ незалежних нелінійних рівнянь з одним невідомим:

$$F_{ij}^{n+1} W_{ij}^{n+1} = 0, \text{ де} \quad (7.15)$$

$$F_{ij}^{n+1} w = w - W_{ij}^n - \tau k'_W w \left(\frac{U_{i+1j}^{n+1} - U_{i-1j}^{n+1}}{2h_x} \frac{W_{i+1j}^{n+1} - W_{i-1j}^{n+1}}{2h_x} + \frac{U_{ij+1}^{n+1} - U_{ij-1}^{n+1}}{2h_z} \frac{W_{ij+1}^{n+1} - W_{ij-1}^{n+1}}{2h_z} \right) -$$

$$- \tau k w \left(\frac{U_{i+1j}^{n+1} + U_{i-1j}^{n+1}}{h_x^2} + \frac{U_{ij+1}^{n+1} + U_{ij-1}^{n+1}}{h_z^2} \right) + 2\tau k w \varphi w, z_j \left(\frac{1}{h_x^2} + \frac{1}{h_z^2} \right) - f_{ij}^{n+1},$$

$$z_j = d + j^* h_z.$$

Отримані нелінійні рівняння розв'язуємо методом Ньютона:

$$w_{s+1} = w_s - \frac{F w_s}{F' w_s}, s = 0, 1, 2, \dots \quad (7.16)$$

$$F_{ij}^{n+1}{}' w = 1 - \tau k'' w \left(\frac{U_{i+1j}^{n+1} - U_{i-1j}^{n+1}}{2h_x} \frac{W_{i+1j}^{n+1} - W_{i-1j}^{n+1}}{2h_x} + \frac{U_{ij+1}^{n+1} - U_{ij-1}^{n+1}}{2h_z} \frac{W_{ij+1}^{n+1} - W_{ij-1}^{n+1}}{2h_z} \right) +$$

$$+ 2\tau k' w \varphi w, z_j \left(\frac{1}{h_x^2} + \frac{1}{h_z^2} \right) + 2\tau k w \varphi'_W w, z_j \left(\frac{1}{h_x^2} + \frac{1}{h_z^2} \right) -$$

$$- \tau k' w \left(\frac{U_{i+1j}^{n+1} + U_{i-1j}^{n+1}}{h_x^2} + \frac{U_{ij+1}^{n+1} + U_{ij-1}^{n+1}}{h_z^2} \right),$$

$$\varphi'_W w, z_j = \frac{\mu h_k}{n} \left(-\ln \left| \frac{W - W^*}{m - W^*} \right| \right)^{\frac{1}{n}-1} \frac{1}{|W - W^*|}.$$

Умовою завершення ітераційного процесу вважаємо

$$|w_{s+1} - w_s| \leq \varepsilon, \text{ де } \varepsilon - \text{ задана точність.}$$

Алгоритм локально стійкий за початковими даними [120, 347, 556]. Проведено обчислювальні експерименти, які підтверджують ефективність запропонованого методу.

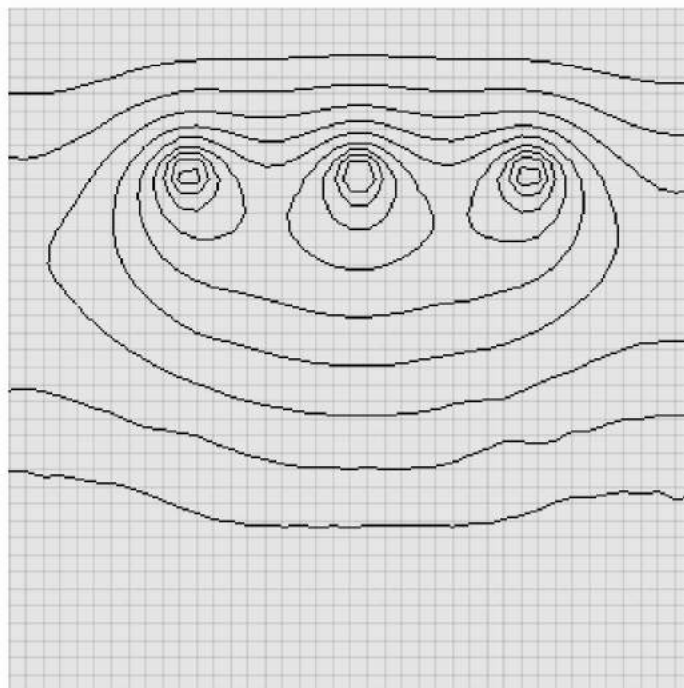


Рисунок 7.13 – Ізолінії розв'язку W в момент часу $t = 0.066$
у випадку трьох заглиблених джерел (крапельниць)

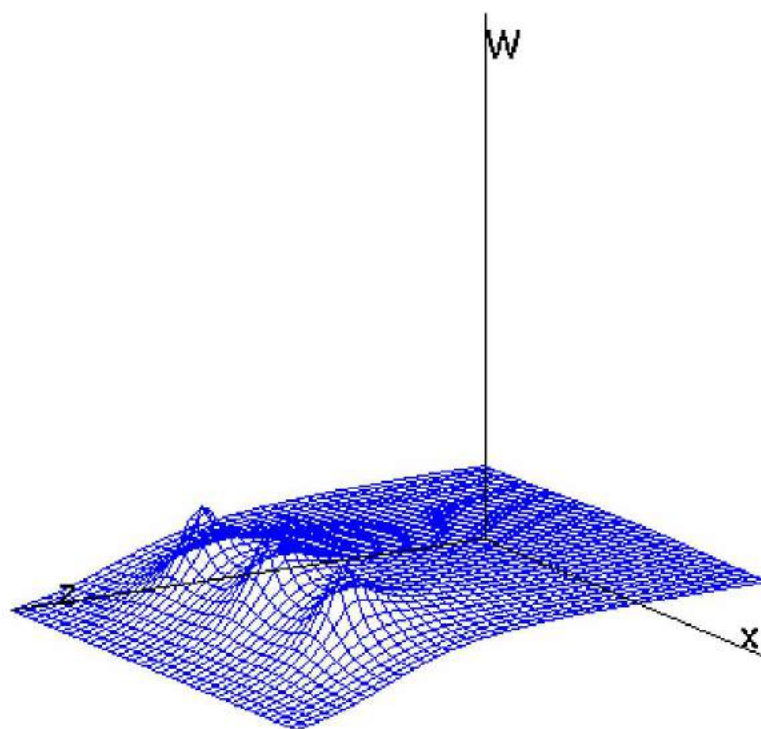


Рисунок 7.14 – Обчислені значення вологості W в момент часу $t = 0.066$
у випадку трьох заглиблених джерел (крапельниць)

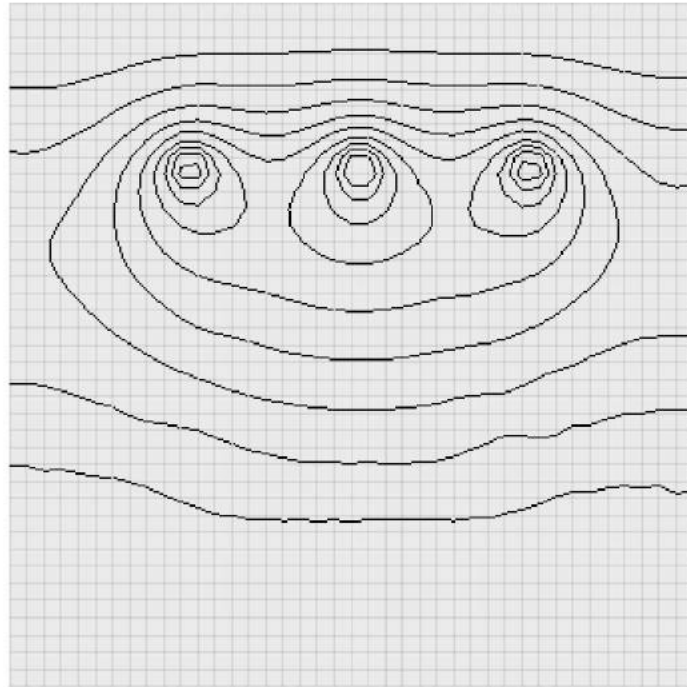


Рисунок 7.15 – Ізолінії розв’язку P в момент часу $t = 0.099$
у випадку трьох заглиблених джерел (крапельниць)

Таким чином, побудовано ефективний чисельний метод розв’язання початково-крайової задачі для рівняння Річардса у просторі \mathbb{R}^2 , що описує процес розповсюдження вологи в ґрунті за краплинного зрошення з точковими джерелами. Алгоритм може бути розповсюджено на природній випадок \mathbb{R}^3 . Метод реалізовано та успішно використано для чисельного моделювання процесу вологоперенесення у випадку трьох заглиблених точкових джерел (рис. 7.13-7.14). Спостерігається перекіс зон зволоження першого та третього джерел у бік другого джерела (рис. 7.13). Це явище пояснюємо інтерференцією точкових джерел: середнє джерело дає додаткову вологу в зону зволоження першого та третього джерел, а їх межі (контури) «змикаються».

Висновки до розділу 7.

1. Експериментально, в польових умовах, встановлені залежності тензіометричного тиску (P_s) і вологістю ґрунту (W) – $P_s = f(W)$ (ОГХ ґрунту) для середньосуглинкового ($R^2 = 0,9828$), легкосуглинкового ($R^2 = 0,950$) та супіщаного ($R^2 = 0,9291$) типів ґрунтів за гранулометричним складом.

2. Форма та розміри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення залежать від типу ґрунту за гранулометричним складом, його передполивної вологості та об'єму водоподачі. Експериментально, для легкого, середнього суглинків та супіщаного ґрунту встановлено співвідношення глибини до ширини (h/d), обраховано фактичні площі зон зволоження залежно від часу (норми) поливу. За використання краплинного зрошення для визначення геометричних параметрів та площ зон зволоження ґрунтів рекомендуємо користуватися встановленими лінійними залежностями.

3. Побудовано ефективний чисельний метод розв'язання початково-крайової задачі для рівняння Річардса у просторі R^2 , що описує процес розповсюдження вологи в ґрунті за краплинного зрошення з точковими джерелами. Алгоритм може бути розповсюджено на природній випадок R^3 . Метод реалізовано та успішно використано для чисельного моделювання процесу вологоперенесення у випадку трьох заглиблених точкових джерел (рисунки 7.13-7.14). Спостерігається перекіс зон зволоження першого та третього джерел у бік другого джерела (рисунок 7.13). Це явище пояснюємо інтерференцією точкових джерел: середнє джерело дає додаткову вологу в зону зволоження першого та третього джерел, а їх межі (контури) «змикаються».

РОЗДІЛ 8

ВПЛИВ ЛОКАЛЬНОГО ЗВОЛОЖЕННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТІВ ТА МІКРОКЛІМАТ ЗРОШУВАНОВОГО ПОЛЯ

8.1 Вплив краплинного зрошення овочевої сівоzmіни на вміст елементів живлення, нітратів та щільність складення ґрунту

Не зважаючи на великий об'єм дослідно-експериментальних робіт з обґрунтування технологій та технічних засобів краплинного зрошення овочевих культур, залишається ряд важливих питань, яким ще не було приділено належної уваги через незначну тривалість промислового використання цього способу поливу в овочівництві. У першу чергу, це стосується питання впливу локальних способів поливу на поживний режим та властивості ґрунтів. Хоча варто відзначити, що за вирощування плодкових культур вивченню цього питання присвячено багато наукових публікацій [132, 533, 534, 540, 604, 732].

Метою досліджень [672, 646, 658] було визначення впливу краплинного зрошення на вміст у ґрунті елементів живлення, гумусу, нітратів та щільності будови ґрунту після семи років його застосування у овочевій сівоzmіни та встановити динаміку вище перерахованих показників протягом вегетаційного періоду за вирощування томатів посівних, часнику озимого та кабачків.

Дослідження було проведено на полігоні краплинного зрошення овочевих культур на землях КДДС ІВПіМ НААН) у 2008 р. [672, 646, 658]. Систему краплинного зрошення було побудовано у 2002 році, тобто термін застосування зрошення на даній ділянці становить 7 років.

Для підтримання вологості ґрунту на рівні 75–85–70 % від НВ ґрунту за фазами розвитку було проведено 27 поливів зрошувальною нормою 3380 м³/га. Основне внесення мінеральних та внесення органічних добрив не проводилось, а протягом вегетації було проведено шість підживлень з поливною водою дозою N₁₁₀P₃₀K₃₀.

Для реалізації досліджень зразки ґрунту відбирались у чотириразовій повторності із зони зволоження (під поливним трубопроводом) та у незрошуваних умовах (контроль) на глибину до 3 м з кожного 20-см шару ґрунту. Для дослідження щільності будови ґрунту зразки відбирали методом ріжучого кільця [333] до глибини 70 см під водовипуском та у зоні міжряддя також у чотириразовій повторності. Для встановлення сезонної динаміки зразки ґрунту на посівах томату, часнику озимого і кабачку відбирали тричі протягом вегетаційного періоду: після посіву, в середині та в кінці вегетації. Як показали результати досліджень (таблиця 8.1) в умовах зрошення вміст валового азоту підвищився у верхньому 0–40 см шарі ґрунту, особливо значне підвищення (+ 81 %) спостерігається у шарі ґрунту 0–20 см.

Таблиця 8.1 – Вплив краплинного зрошення овочевої сівозміни на вміст елементів живлення та гумусу у ґрунті

Глибина відбору зразка, см	Вміст валового N, %	Вміст рухомих сполук P ₂ O ₅ , мг/100 г	Вміст рухомих сполук K ₂ O, мг/100 г	Гумус валовий, %	Вміст рухомих сполук NO ₃ , мг/100 г
0–20	<u>0,203</u>	<u>3,32</u>	<u>20,8</u>	<u>1,979</u>	<u>4,20</u>
	0,112	2,52	48,0	2,047	5,30
21–40	<u>0,0927</u>	<u>2,85</u>	<u>17,0</u>	<u>1,808</u>	<u>4,54</u>
	0,0822	2,03	33,6	1,877	7,20
41–60	<u>0,0787</u>	<u>1,92</u>	<u>11,2</u>	<u>1,740</u>	<u>3,50</u>
	0,0980	1,81	20,8	1,798	11,90
61–80	<u>0,0560</u>	<u>0,90</u>	<u>8,0</u>	<u>1,194</u>	<u>3,06</u>
	0,0910	1,43	11,8	1,535	15,20
81–100	<u>0,0472</u>	<u>0,55</u>	<u>5,2</u>	<u>0,955</u>	<u>2,50</u>
	0,0910	1,64	14,0	1,538	8,30
101–140	<u>0,0490</u>	<u>0,53</u>	<u>5,5</u>	—	<u>1,40</u>
	0,0674	1,79	11,5	—	6,90
141–180	<u>0,0437</u>	<u>0,96</u>	<u>7,1</u>	—	<u>1,95</u>
	0,0402	0,70	8,7	—	10,20
181–220	<u>0,0246</u>	<u>1,20</u>	<u>7,4</u>	—	<u>2,50</u>
	0,0254	0,90	11,2	—	11,75
221–260	<u>0,0219</u>	<u>1,70</u>	<u>8,0</u>	—	<u>2,60</u>
	0,0323	1,03	10,3	—	7,95
261–300	<u>0,0166</u>	<u>1,40</u>	<u>8,0</u>	—	<u>2,21</u>
	0,0297	1,15	13,6	—	6,80

Примітка. Дані в чисельнику відповідають тривалості краплинного зрошення 7 років, у знаменнику – незрошувані умови на тому ж масиві (контроль).

З глибини 41 см маємо прямо обернену картину: за краплинного зрошення вміст валового азоту знижується на величину від 3 до 48 %. Процес накопичення сполук азоту у верхніх шарах ґрунту за краплинного зрошення пояснюється щорічним внесенням підвищених доз азотних добрив, а також міграцією сполук до поверхні ґрунту з висхідними потоками вологи (весняний період).

Така ж картина спостерігається і з рухомими сполуками фосфору: підвищення їх вмісту за краплинного зрошення на 30–40% у верхніх шарах і різке зниження (від 2 до 5 разів) з глибини від 61 см до 140 см. Слід зазначити, що з глибини 141 см вміст рухомих сполук фосфору на варіанті краплинного зрошення вищий на 35–65 % порівняно із незрошуваними умовами. Проте вплив водного чинника на останній факт виключаємо: як свідчать дані спостережень за вологістю ґрунту випадків інфільтрації поливної води за межі кореневого шару ґрунту на дослідному полігоні зафіксовано не було.

Вміст рухомих сполук калію у метровому шарі ґрунту на зрошенні становить 1679,4 кг/га, у той же час на контролі – 3461,4 кг/га або в 2,06 разів більше. Цей факт пояснюється застосуванням у богарних умовах системи землеробства з мінімальним обробітком ґрунту [593].

Варто зазначити, що на поживний режим ґрунту більший вплив мала система удобрення, зокрема фертигація, а не саме зрошення загалом.

Вплив краплинного зрошення на вміст валового гумусу у верхніх шарах ґрунту (0–60 см) не спостерігається: перевищення на контролі знаходиться у незначних межах – близько 3,5–4,0 %.

Відомо, що нітрати, незалежно від їх походження, розчиняються рідкою фазою ґрунту, тому опади і зрошення сприяють їх вимиванню та накопиченню у глибоких шарах ґрунту [92]. Як показують результати, краплинне зрошення не сприяє накопиченню нітратів у нижніх шарах ґрунту: вміст їх за глибиною ґрунтового профілю досить рівномірний і коливається у незначних межах за шарами ґрунту. Натомість на контролі з

поверхні і до глибини 80 см спостерігається підвищення вмісту нітратного азоту: у шарі ґрунту 61–80 см його кількість сягає 410,4 кг/га. Починаючи з глибини від 1 м і до 3 м кількість нітратів дещо знижується та не має тенденцій до підвищення.

Результати вивчення сезонної динаміки вмісту у ґрунті елементів живлення, гумусу та нітратів за вирощування овочів на краплинному зрошенні показано у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Динаміка вмісту у ґрунті елементів живлення, гумусу та нітратів за вирощування овочів на краплинному зрошенні

Глибина відбору зразка, см	Вміст валового N, %			Вміст рухомих сполук P ₂ O ₅ , мг/100 г			Вміст рухомих сполук K ₂ O, мг/100 г			Гумус валовий, %			Вміст рухомих сполук NO ₃ , мг/100 г		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0–20	0,203	0,107	0,093	3,32	2,85	1,87	20,8	19,2	13,6	1,98	1,65	1,83	4,20	2,00	3,90
21–40	0,093	0,088	0,084	2,85	2,63	1,60	17,0	13,8	12,1	1,81	1,44	1,58	4,54	1,70	1,80
41–60	0,079	0,072	0,068	1,92	1,64	1,30	11,2	9,2	7,4	1,74	1,31	1,27	3,50	1,90	1,04
61–80	0,056	0,066	0,063	0,90	0,71	0,68	8,0	8,0	8,4	1,19	1,11	1,09	3,06	2,10	1,20
81–100	0,047	0,063	0,054	0,55	0,55	0,53	5,2	7,0	8,0	0,96	0,87	1,09	2,50	1,46	0,60
101–140	0,049	0,041	0,034	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,40	2,20	0,40
141–180	0,044	0,029	0,035	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,95	0,60	0,26
181–220	0,025	0,026	0,026	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,50	0,26	0,25
221–260	0,022	0,021	0,020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,60	1,08	0,75
261–300	0,017	0,017	0,017	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,21	0,72	0,82

Примітка. I – відбір зразків ґрунту після посіву, II – в середині вегетації, III – в кінці вегетації.

Протягом вегетації кількість азоту у верхньому 0–60 см шарі ґрунту зменшилась на 0,043% (-34,67%), рухомих сполук фосфору – на 92,9 кг/га (-41,1 %), калію – 445,2 кг/га (-32,3 %) і гумусу – на 0,28 % (-15,4 %). Тепла погода у III-й декаді квітня та у травні, а також достатня вологість ґрунту створювали сприятливі умови для процесу нітрифікації на початку вегетації томату. У цей час кількість нітратів у шарі ґрунту 0-60 см становила 330,5 кг/га. З початком інтенсивного наростання вегетативної маси кількість нітратів досягла мінімуму – 151,2 кг/га, а наприкінці вегетації дещо

збільшилась – до 190,9 кг/га у 0–60 см шарі ґрунту. Накопичення нітратів у більш глибоких шарах ґрунту (1,0–3,0 м) не спостерігається.

Щільність складення ґрунту у зоні зволоження практично не зазнала змін порівняно із зоною міжряддя овочів (таблиця 8.3). Спостерігається лише незначне (0,12 т/м³ або 9 %) ущільнення верхнього 0–10 см шару ґрунту у зоні зволоження. Такий факт пояснюється проведенням механічних обробітків міжрядь – культивацій на глибину 8–12 см (шість обробок протягом вегетаційного періоду). З глибини 21 см щільність складення ґрунту за варіантами дослідів була практично однаковою.

Таблиця 8.3 – Щільність складення ґрунту у зоні зволоження та зоні міжрядь за краплинного зрошення овочів

Глибина відбору зразка, см	Щільність складення ґрунту у зоні зволоження (під водовипуском), т/м ³			Щільність складення ґрунту у зоні міжряддя, т/м ³		
	I	II	III	I	II	III
0–10	1,18	1,40	1,42	1,20	1,32	1,30
11–20	1,53	1,54	1,54	1,54	1,55	1,54
21–30	1,52	1,53	1,54	1,49	1,50	1,48
31–40	1,55	1,58	1,56	1,48	1,46	1,50
41–50	1,34	1,36	1,37	1,36	1,36	1,36
51–60	1,26	1,28	1,27	1,35	1,34	1,30
61–70	1,32	1,34	1,26	1,29	1,27	1,26

Примітка. I – відбір зразків ґрунту після посіву, II – в середині вегетації, III – в кінці вегетації.

Застосування краплинного зрошення у овочевій сівозміні протягом семи років не сприяє вимиванню гумусу з ґрунту та накопиченню нітратів у нижніх його шарах. Останнє вказує на непромивний водний режим та правильність розрахунків величин поливних норм. На поживний режим ґрунту більший вплив має система удобрення, зокрема фертигація, а не саме зрошення загалом.

Краплинне зрошення практично не впливає на щільність будови ґрунту, про що свідчать результати визначення величини цього показника у зоні зволоження та у зоні міжрядь [672, 646, 658].

8.1.1 Динаміка хімічного складу поливної води та сольового складу локально зволжених ґрунтів протягом поливного періоду

Дослідження динаміки змін хімічного складу поливної води і ґрунтів протягом поливного періоду були передбачені науково-дослідною роботою, де вивчали причини зниження роботоздатності краплинних водовипусків поливних трубопроводів [605] (2013-2014 рр.). Дослідження виконували у промислових насадженнях томатів розсадних у межах землекористування ПСП «Агрофірма «Роднічок» (Миколаївська область Жовтневий район) на трьох дослідних ділянках (виробничих полях). Зрошення томатів тривало з травня по вересень шляхом проведення періодичних вегетаційних поливів, які забезпечували рівень зволоження 0-30 см шару чорноземів південних легкоглинистих 80-85% від НВ. Проби поливної води, джерелом якої була Інгулецька зрошувальна система, відбирали щотижня, зразки ґрунтів – до та після поливів.

Хімічний склад поливної води варіював протягом поливного періоду і впливав на фізико-хімічні показники ґрунту. Найбільш мінливими у поливній воді були рН, загальна мінералізація, вміст гідрокарбонатів, сульфатів, кальцію, натрію і магнію (таблиця 8.4). Коливання величини рН у поливній воді дослідних ділянок становили 0,98-1,53 одиниць, загальної мінералізації – від 0,44 до 0,52 мекв/дм³, вмісту гідрокарбонатів – 1,3-2,1 мекв/дм³, кальцію – 2,2-3,6 мекв/дм³, натрію – від 2,3 до 3,7 мекв/дм³, сульфатів – 5,1-6,7 мекв/дм³ і магнію – 3,8-7,2 мекв/дм³. Максимальних значень більшість показників набували в III декаді червня – I декаді липня місяця.

Таблиця 8.4 – Інтервали варіювання показників хімічного складу поливної води протягом поливного періоду

№ дослідної ділянки	Інтервали варіювання показників протягом поливного періоду							
	рН	вміст, мекв/дм ³						загальна мінералізація, мекв/дм ³
		CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
1	7,0-8,0	0,0	3,6-5,4	5,9-12,6	2,4-6,0	6,8-10,6	7,9-11,6	1,27-1,75
2	6,7-8,3	0,8	3,7-5,0	7,1-12,2	3,8-6,0	6,0-9,8	10,0-12,3	1,25-1,69
3	6,8-8,0	0,0	2,9-5,0	6,3-12,9	2,6-5,6	3,4-10,6	9,0-11,6	1,26-1,78

Розмах варіювання основних показників чорноземів південних легкоглинистих залежав від якості поливної води та характеристик самого ґрунту, а саме його гранулометричного складу, ґрунтового поглинального комплексу, сольового складу, фізико-хімічних показників, буферності та інше.

Протягом поливного періоду у ґрунтах змінився сольовий склад водної витяжки, що позначився на підвищенні рН, збільшенні вмісту гідрокарбонатів натрію і магнію, зменшенні вмісту кальцію та сульфатів (таблиця 8.5).

У ґрунтовому поглинальному комплексі відбулось підвищення вмісту натрію (на 0,24-0,34 мекв./100 г ґрунту) та зниження вмісту кальцію (на 2,6-8,8 мекв./100 г ґрунту).

Таблиця 8.5 – Інтервали варіювання показників сольового складу ґрунтів протягом поливного періоду

№ дослідної ділянки	Інтервали варіювання показників протягом поливного періоду																
	рН		вміст, мекв/дм ³												сухий залишок, %		
			CO ₃ ⁻		HCO ₃ ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺				
	до*	після*	до*	після*	до*	після*	до*	після*	до*	після*	до*	після*	до*	після*	до*	після*	
1	7,2	7,4	0,0	0,0	0,06	0,26	2,46	0,50	1,2	0,30	0,85	0,15	0,83	0,60	0,19	0,07	
2	7,5	7,7	0,0	0,0	0,22	0,40	1,70	0,70	1,95	0,45	0,30	0,35	0,58	0,69	0,15	0,10	
3	7,8	7,8	0,0	0,0	0,24	0,42	1,04	0,46	0,8	0,40	0,35	0,30	0,31	0,76	0,10	0,09	

Примітка: * - до – до поливів,
після – після поливів

Водорозчинні солі акумулювалися за межами зони зволоження, а саме за 20 см від ряду поливних краплинних трубопроводів СКЗ у горизонтальному напрямку (межа зони зволоження) та глибше 30 см у вертикальному напрямку. Використання краплинного зрошення протягом одного періоду сприяло розсоленню ґрунтів у зоні зволоження.

За результатами досліджень не встановлено критичного погіршення показників чорноземів південних легкоглинистих від показників хімічного складу поливної води Інгулецької зрошувальної системи, що використовується в системах краплинного зрошення овочів (томатів розсадних) відкритого ґрунту.

8.2 Вплив краплинного зрошення на мікроклімат приземних шарів повітря

Дослідженнями різних науково-дослідних установ доведено, що при поливі дощуванням, мікродощуванням або дрібнодисперсним (аерозольним) зволоженням у спекотну і посушливу погоду температура повітря приземних шарів ґрунту знижується, а відносна вологість підвищується порівняно з іншими способами поливу [554]. Така особливість вищезгаданих способів поливу особливо позитивно діє на врожайність буряку столового, зеленних овочевих культур, капусти білоголової та цвітної, моркви, редиски, картоплі, арахісу та ряду зернових і зернобобових культур [55, 56, 388, 481, 535, 536, 680].

Поряд з цим, експериментальних даних, які б засвідчували вплив краплинного зрошення на мікроклімат (температуру та відносну вологість повітря) зрошуваного поля на сьогодні в Україні ще не достатньо. В зв'язку з цим, нами на окремих ділянках у межах польового досліді № 13 («Адаптація розрахункового методу визначення сумарного випаровування Penman-Monteith», ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН), у I-й декаді серпня 2015 року проведено відповідні дослідження. Параметри температури та відносної вологості повітря фіксували за допомогою цифрової інтернет-метеостацій типу iMetos (Австрія). Вимірювання проводили у посівах зернової кукурудзи на двох варіантах – без зрошення (богара) та краплинне зрошення (з РПВГ – 85 % від НВ ґрунту), на висоті 2,0 м над поверхнею землі.

На рисунку 8.1 наведено фрагмент погодинної динаміки змін параметрів температури і відносної вологості повітря у богарних та зрошуваних умовах перед вегетаційним поливом та протягом наступних двох діб. Вихідні дані також доступні за посиланням на сайті: https://www.fieldclimate.com/index_new.php

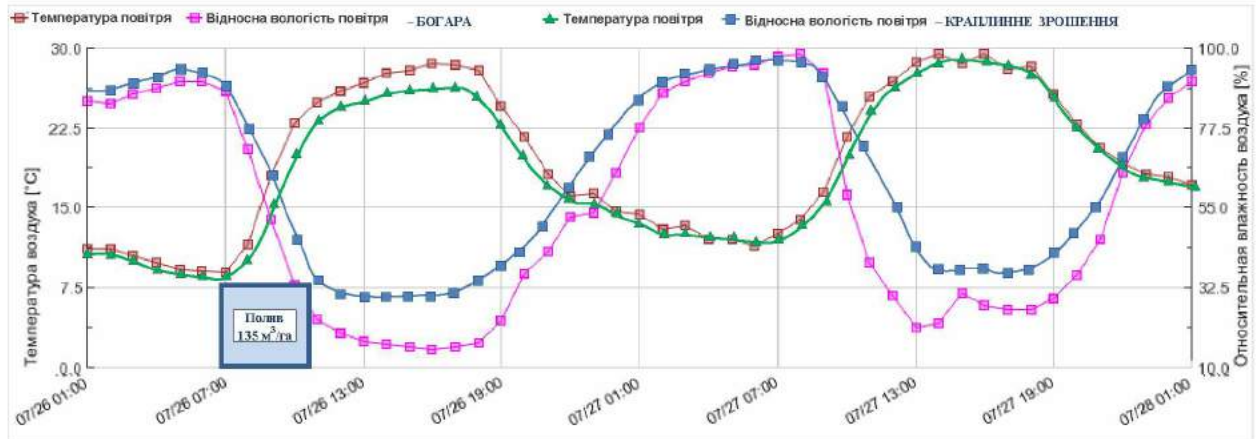


Рисунок 8.1 – Динаміка температури повітря та відносної вологості повітря у богарних умовах та за краплинного зрошення у посівах зернової кукурудзи (ДП «ДГ «Брилівське», 26.07.2015 р.-28.07.2015 р.)

Констатуємо, що закономірно найбільш суттєвий вплив на досліджувані показники мав період доби. Так, у незрошуваних умовах середня температура та відносна вологість повітря у нічні години становили $+13,32^{\circ}\text{C}$ і $84,92\%$, а у денні години – $+25,25^{\circ}\text{C}$ і $31,76\%$ відповідно. Ці ж параметри за краплинного зрошення дорівнювали: у нічні години $+12,96^{\circ}\text{C}$ і $86,77\%$ та $+23,91^{\circ}\text{C}$ і $39,05\%$ відповідно.

Середня температура повітря. Погодинний аналіз отриманих даних засвідчує, що перед проведенням вегетаційного поливу, у нічні години (01:00 – 07:00) хід температури на обох варіантах дослідів був майже однаковим: на богарі вона становила $+10,37^{\circ}\text{C}$, на краплинному зрошенні – дещо нижча – $+10,02^{\circ}\text{C}$ ($-3,4\%$). 26 липня проведено вегетаційних полив нормою $135\text{ м}^3/\text{га}$ тривалістю 4 год. 15 хв. (з 07:00 по 11:10). У цей період денна температура повітря почала стрімко зростати, досягнувши свого максимуму о 16:00 – $+29,4^{\circ}\text{C}$ на богарі та $+27,6^{\circ}\text{C}$ на краплинному зрошенні. Починаючи із 17:00 температурний режим почав поступово знижуватись. Також відмічаємо у цій фазі скорочення різниці за показником температури між варіантами дослідів. У наступну добу ($\approx 01:00$

ночі) температура на обох варіантах дослідів була однаковою – +14,8-14,9⁰С. У денні години 27 липня температурний режим був практично ідентичний на обох варіантах дослідів, проте все ж таки на варіанті краплинного зрошення середня денна температура була нижчою на 0,33-0,65⁰С, ніж у незрошуваних умовах. Перед наступним вегетаційним поливом (28 липня о 09:30, 135 м³/га) різниці в показаннях температури між варіантами дослідів не зафіксовано.

Середня відносна вологість повітря. Погодинний аналіз отриманих даних засвідчує, що безпосередньо перед проведенням вегетаційного поливу, у нічні години (01:00 – 06.00) динаміка параметрів відносної вологості повітря була практично однаковою. Проте, зазначимо, що в числових значеннях відносна вологість повітря у цей період була достовірно нижчою на варіанті з краплинним зрошенням – 83,86 % проти 87,74 % на богарі. О 07:00 показники практично зрівнялися і, зі зростанням денної температури, відмічаємо різке зниження вологості повітря – до 23,5 % на богарі та до 31,4 % за краплинного зрошення на 11:00. Тобто, на момент закінчення поливу на зрошенні вологість була суттєво вищою – на абсолютних 7,9 % або на 33,6 відносних відсотків. Надалі відносна вологість повітря на богарі продовжувала поступово знижуватися, досягнувши мінімуму о 16:00 – 14,8 %. Натомість, на варіанті краплинного зрошення, близько 13:00-14:00 параметри вологості стабілізувалися на позначках 29-30 %. О 16:00 різниця у вологості повітря між варіантами дорівнювала 15,2 %. Починаючи з 18:00-19:00 підвищується, досягаючи пікових значень у передранкові години – біля 95-97 % на обох варіантах. Протягом наступного дня після проведення вегетаційного поливу (27 липня) спостерігаємо також більш високу відносну вологість повітря на зрошуваному варіанті, проте це перевищення вже не таке значне – від 7,5 до 11,8 % (13:00-19:00). У нічні години наступної доби (28 липня) знову фіксуємо цикл зближення кривих

значень відносної вологості повітря – різниця між варіантами мінімальна (1,5-3,5 %) (рисунок 8.1).

Підсумовуючи отримані результати цього експерименту, відзначаємо, що підтримання рівня вологості ґрунту на оптимальному рівні (\approx від 85 до 100 % від НВ ґрунту) на посівах зернової кукурудзи за допомогою системи краплинного зрошення забезпечує відносно незначне зниження температурного режиму у першу добу після поливу та суттєве підвищення відносної вологості повітря (на 7,5-15,2 %) у першу та другу добу після поливу на висоті 2,0 м над поверхнею землі. Підвищення відносної вологості повітря на зрошуваному варіанті відбувалось через механізм інтенсивних процесів фізичного випаровування і частково транспірації: у цей період сумарні витрати води з 1 га кукурудзяного поля складали від 45 до 68 м³/га.

Таким чином, враховуючи менші добові коливання відносної вологості повітря, зниження її показників у денні години та деяке зниження максимальних температур після поливу, краплинне зрошення створює більш оптимальні умови зовнішнього середовища. Це дає можливість для більш інтенсивного протікання всіх життєво важливих функцій рослинного організму: обміну речовин і енергії, живлення, фотосинтезу, дихання, транспірації, запилення, закладання органів плодоношення тощо.

Висновки до розділу 8.

1. Застосування краплинного зрошення у овочевій сівозміні протягом семи років не сприяє вимиванню гумусу з ґрунту та накопиченню нітратів у нижніх його шарах. Останнє вказує на непромивний водний режим та правильність розрахунків величин поливних норм.

2. Встановлено, що на поживний режим ґрунту більший вплив має система удобрення, зокрема фертигація, а не саме зрошення загалом.

3. Краплинне зрошення практично не впливає на щільність будови ґрунту в овочевій сівозміні, про що свідчать результати визначення величини цього показника у зоні зволоження та у зоні міжрядь.

4. За краплинного зрошення томатів розсадних у промислових умовах водою Інгулецької зрошувальної системи (II класу) водорозчинні солі акумулювалися за межами зони зволоження, а саме за 20 см від ряду ПТ СКЗ у горизонтальному напрямку (межа зони зволоження) та глибше 30 см у вертикальному напрямку. Використання СКЗ протягом I сезону сприяло розсоленню ґрунтів у зоні зволоження. За результатами досліджень не встановлено критичного погіршення показників чорноземів південних легкоглинистих від показників хімічного складу поливної води.

5. Підтримання оптимального рівня зволоження ґрунту за допомогою системи краплинного зрошення позитивно впливає на мікроклімат зрошуваного поля: підвищується відносна вологість повітря (на 7,5-15,2 %) у першу та другу добу після поливу, значно зменшуються її добові коливання, покращується температурний режим (температура знижується на 1,4-1,8⁰С в перші 5-8 годин після поливу). Це, в свою чергу, інтенсифікує протікання всіх життєво важливих функцій рослинного організму.

РОЗДІЛ 9

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

9.1 Економічна ефективність технологій вирощування просапних культур за краплинного зрошення

Ключовим мотиваційним механізмом впровадження технологій краплинного зрошення є отримання економічного прибутку на засадах збереження екологічної стійкості меліорованих агроландшафтів [682].

Порівняно з традиційними способами поливу (дощуванням, поверхневим поливом), технології краплинного зрошення забезпечують вищу продуктивність рослин за одночасного скорочення *питомих* витрат ресурсів: поливної води, мінеральних добрив, електроенергії та ін. Разом з тим, застосування для поливу систем краплинного зрошення вимагає збільшення загальної суми витрат на технологію вирощування [382, 496, 582, 683, 750].

В зв'язку з цим, існує необхідність в оцінці найбільш ефективних поєднань досліджуваних факторів не тільки за критерієм продуктивності, а і за рядом основних (базових) економічних показників. Для цього нами було проведено розрахунки основних оціночних економічних критеріїв технології вирощування просапних сільськогосподарських культур: загальних витрат на виробництво, собівартості вирощування продукції рослинництва, чистого прибутку та рівня рентабельності виробництва [226, 293, 261, 341, 490, 579, 617]. Розрахунки економічних параметрів виконано з урахування амортизаційних відрахувань – нормативний термін експлуатування основних вузлів та деталей СКЗ, у т. ч. – поливних

краплинних трубопроводів, складає 10 років. На дослідних полігонах краплинного зрошення (відповідно – для економічних розрахунків) у якості поливних трубопроводів використано багаторічну краплинну трубку із товщиною стінки 20 mil ($\approx 0,508$ мм). Таким чином, всі матеріальні витрати, пов'язані із придбанням та інсталяцією системи краплинного зрошення, розподілено на 10 років, окремо враховано складову експлуатаційних витрат, витрат на монтаж та демонтаж окремих вузлів та деталей системи краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур.

Економічну оцінку ефективності досліджуваних варіантів у розрізі основних сільськогосподарських культур (кукурудза, соя, цибуля ріпчаста, перець солодкий і баклажан розсадні, буряк цукровий) виконували згідно фактичних витрат матеріальних коштів на вирощування продукції станом на 2015-2016 рр.

Кукурудза (дослід № 9, КДДС). Вирощування зернової кукурудзи на краплинному зрошенні – одна із найбільш інноваційних та перспективних агротехнологій в рослинництві України на сьогоднішній день. Ріст врожайності у 1,4-1,8 рази порівняно з дощуванням, технологічність, можливість пролонгації строків посіву – все це обумовлює поширення цієї технології. Поряд з цим, в умовах ринкової економіки основним фактором, який визначає прийняття рішення, буде економічна складова питання, перш за все – окупність вкладень та собівартість врожаю зерна [189].

Основні показники економічної ефективності вирощування зерна кукурудзи за краплинного зрошення залежно від рівня передполивної вологості ґрунту наведено у таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Укрупнена структура витрат та основні економічні показники вирощування кукурудзи зернової за краплинного способу поливу залежно від РПВГ, грн/га

№ з/п	Стаття витрат / економічний параметр	Варіант – рівень зволоження ґрунту (РПВГ)				
		без зрошення (к)	70 % НВ	80 % НВ	85 % НВ	90 % НВ
1	Оренда землі	1100	1100	1100	1100	1100
2	Основні вузли і деталі СКЗ, грн/га/рік	–	3220	3220	3220	3220
3	Поливна трубка СКЗ, грн/га/рік	–	4820	4820	4820	4820
4	Демонтаж і зберігання ПТ	–	330	330	330	330
5	Експлуатація СКЗ	–	650	650	650	650
6	Насіння + посів	3880	5046	5046	5046	5046
7	Засоби захисту рослин	1270	1520	1520	1520	1520
8	Мінеральні добрива	9950	12500	12500	12500	12500
9	Поливна вода, вкл. витрати на ел. енергію	–	4212	6178	6529	6965
10	Послуги сторонніх організацій	340	340	340	340	340
11	З/п оператора СКЗ (сезон) – грн/га	–	1100	1100	1100	1100
12	З/п механізаторів (сезон) – грн/га	520	676	676	676	676
13	Збирання + логістика: поле-склад-елеватор	267	504	761	858	867
14	Дизельне паливо	2200	2600	2600	2600	2600
15	Відрахування ЄСВ	455	455	455	455	455
16	Загальногосподарські витрати	1200	1200	1200	1200	1200
–	ВСЬОГО ВИТРАТ:	21 182	40 273	42 496	42 944	43 389
17	Урожайність зерна, 14 % вологості, т/га	5,33	10,07	15,22	17,15	17,34
18	Ціна реалізації, грн/т	4180*	4180*	4180*	4180*	4180*
19	Виручка від реалізації	22 154	42 093	63 620	71 687	72 481
20	Чистий прибуток	972	1820	21 124	28 743	29 092
21	Собівартість одиниці продукції, грн/т	3974	3999	2792	2504	2502
22	Рівень рентабельності виробництва, %	4,6	4,5	49,7	66,9	67,0

*Примітка. За даними сайту <http://nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html> станом на 06.05.2016 р.

Аналіз економічних розрахунків (таблиця 9.1) показує, що, з урахування амортизаційних відрахувань, витрати на придбання і монтаж системи краплинного зрошення, її експлуатацію та подачу поливної води складають від 14,3 до 16,0 тис.грн/га/рік або 35,6-36,8 % від загальних витрат на технологію вирощування зернової кукурудзи на зрошенні.

Очікувано, що найнижчі економічні показники отримано на контрольному варіанті (без зрошення) та на варіанті із реалізацією РПВГ 70 % від НВ ґрунту – чистий прибуток 972 та 1820 грн/га, мінімальний рівень рентабельності – 4,6-4,5 % та найвищу собівартість зерна – 3974-3999 грн/т відповідно. Це свідчить про недоцільність вирощування зернової кукурудзи у підзоні Степовій південно-центральної засушливій (КДДС ІВПіМ) у богарних умовах з одного боку, а з іншого – про необхідність та ефективність контролювання водного режиму ґрунту в умовах зрошення. Адже розрахунки показали, що підтримання РПВГ 70 % від НВ, яке забезпечило залікову врожайність зерна 10,07 т/га є ризикованим та забезпечує мінімальні економічні показники.

Натомість, підтримання РПВГ у діапазоні від 80-85-90 % до НВ, завдяки різкому зростанню врожайності зерна (15,2-17,34 т/га) забезпечило найвищі економічні показники: чистий прибуток 21,1-29,1 тис.грн/га, рівень рентабельності – 49,7-66,9 % та собівартість зерна – 2792-2502 грн/т. Причому варіанти з підтриманням РПВГ 85 та 90 % від НВ за всіма показниками значимо перевищують варіант 80 % від НВ. Основні ж економічні параметри, отримані у варіантах дослідів РПВГ 85 та 90 % від НВ практично ідентичні, різниця між ними не перевищує 1,5 %. Враховуючи значимо вищі затрати матеріальних ресурсів та складність забезпечення вищого (інтенсивнішого) передполивного порогу вологості ґрунту, доцільнішим в цих умовах, з економічної точки зору, є підтримання РПВГ 85 % від НВ ґрунту впродовж всього вегетаційного періоду.

Термін окупності інвестицій у проект багаторічної (не менше 10 років експлуатації) системи краплинного зрошення зернової кукурудзи за цінами 2015-2016 рр. складає 2 роки.

Сою експерти аграрного ринку відносять сьогодні до так званих «високомаржинальних сільськогосподарських культур». Навіть в нинішніх умовах, за значного подорожчання ресурсів (ПММ, мінеральних добрив, ЗЗР), вирощування сої матиме порівняно високу рентабельність [356]. Поряд з цим, як свідчать дані [28], більш економічно доцільним на краплинному зрошенні є вирощування сої на насінневі цілі.

У наших дослідженнях (дослід № 5, [662]) економічні показники вирощування насіння сої обумовлювались наявністю зрошення (фактор – РПВГ) та схемою посіву (густотою рослин) (таблиця 9.2).

Таблиця 9.2 – Основні економічні показники вирощування насінневої сої на краплинному зрошенні залежно від РПВГ та густоти рослин

Варіант	Витрати загальні, тис. грн/га	Урож. бобів, т/га	Ціна реалізації, тис. грн/т	Валовий дохід, тис. грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
БЗ – 333 тис./га	16,425	2,65	12,8*	33,920	17,495	6198	106,5
БЗ – 417 тис./га	17,200	2,78	12,8*	35,584	18,384	6187	106,9
БЗ – 833 тис./га	18,750	2,99	12,8*	38,272	19,522	6271	104,1
КЗ – 333 тис./га	39,064	5,33	16,2**	86,346	47,282	7329	121,0
КЗ – 417 тис./га	37,706	5,94	16,2**	96,228	58,522	6348	155,2
КЗ – 833 тис./га	44,631	5,81	16,2**	94,122	49,491	7682	110,9

*Примітка. Ціна реалізації насіння сої залежить від його посівних якостей. На краплинному зрошенні – більш кондиційне насіння, відповідно і вартість його – вища.

**Примітка. Ціна реалізації насіння сої середньораннього сорту Оксана першої репродукції – станом на березень 2016 р.

Аналізуючи дані розрахунків, наведені у таблиці 9.2, констатуємо, що загальні витрати на технологію вирощування насінневої сої на краплинному зрошенні вищі у 2,4 рази порівняно із богарними умовами. Разом з цим, збільшення врожайності та покращення якості насіння формує вищий валовий дохід та чистий прибуток на 56,307 та 33,298 тис. грн/га відповідно. Рентабельність виробництва також вища на зрошенні: 110,9-155,2 % проти 104,1-106,9 % на богарі. Проте такий показник, як собівартість

виروضуваного насіння дещо нижчий за богарних умов: 6219 грн/т проти 7119 грн/т на краплинному зрошенні.

Найвищі економічні показники за вирощування насінневої сої на краплинному зрошенні забезпечив варіант із густотою рослин 417 тис.шт./га. За врожайності бобів сої 5,94 т/га та реалізаційної ціни 16200 грн/т отримано валовий дохід у 96,228 тис.грн/га, чистий прибуток 58,522 тис.грн/га, собівартість насіння – 6,348 тис.грн/т та рівень рентабельності виробництва – 155,2 %.

Таким чином, в цих умовах соя виступає не лише цінним агроеліоративним попередником у інтенсивній плодозмінній сівозміні, але й також вагомим джерелом отримання додаткового фінансового прибутку агрогосподарства.

Цибуля ріпчаста (дослід № 10). Відомо, що цибуля ріпчаста є однією із найприбутковіших та високорентабельних овочевих культур за її вирощування на краплинному зрошенні [89, 171, 496, 656, 658, 682]. З іншого боку, для максимальної реалізації потенціалу сучасних гібридів з метою отримання високої врожайності, порівняно значними є також і питомі витрати матеріальних ресурсів, особливо мінеральних добрив, ЗЗР, поливної води, ручної праці тощо [293, 480]. У наших дослідженнях (дослід № 10, ДП «ДГ «Брилівське» ІВПіМ НААН) економічні показники технології вирощування ранньостиглої цибулі ріпчастої було обумовлено одним фактором – рівнем передполивної вологості ґрунту (таблиця 9.3).

Так, аналізуючи матеріали таблиці 9.3, констатуємо, що в умовах підзони Степу Сухого України вирощування цибулі ріпчастої в богарних умовах, а також із застосуванням лише після сходових поливів – економічно не доцільне та збиткове. За досить значних фінансових витратах на 1 га площі (43,600-92,042 тис.грн/га) лімітуючий фактор – волога, не забезпечує отримання достатнього рівня врожайності для окупності інвестицій.

Натомість, навіть періодичне краплинне зрошення, з РПВГ 70 % від НВ ґрунту (помірне зволоження), забезпечуючи врожайність ранньої продукції на рівні 35,8 т/га, забезпечує позитивні економічні показники технології: чистий прибуток – 58,416 тис.грн/га та рівень рентабельності виробництва – 60,7 %.

Таблиця 9.3 – Укрупнена структура витрат та основні економічні показники вирощування цибулі ріпчастої ранньостиглої за краплинного зрошення залежно від РПВГ, грн/га

№ з/п	Стаття витрат / економічний параметр	Варіант – рівень зволоження ґрунту (РПВГ)					
		без зрош. (к)	досход.поливи	70 % НВ	80-70% НВ	80 % НВ	90 % НВ
1	Оренда землі	1100	1100	1100	1100	1100	1100
2	Основні вузли і деталі СКЗ, грн/га/рік	–	3220	3220	3220	3220	3220
3	Поливна трубка СКЗ, грн/га/рік	–	4219	4219	4219	4219	4219
4	Демонтаж і зберігання ПТ	–	320	320	320	320	320
5	Експлуатація СКЗ	–	650	650	650	650	650
6	Насіння + посів	9690	15500	15500	15500	15500	15500
7	Засоби захисту рослин	11475	18930	18930	18930	18930	18930
8	Мінеральні добрива	12450	34450	34450	34450	34450	34450
9	Поливна вода, вкл. витрати на ел. енергію	–	1170	3245	3962	4415	5210
10	Тара (мішки сітчасті)	170	627	1969	2387	2514	3150
11	Послуги сторонніх організацій	1850	2650	2650	2650	2650	2650
12	З/п оператора СКЗ (сезон) – грн/га	–	1100	1100	1100	1100	1100
13	З/п механізаторів (сезон) – грн/га	950	1246	1246	1246	1246	1246
14	З/п – затарювання цибулі в мішки, ручна праця	100	365	1146	1389	1462	1825
15	Дизельне паливо	2860	3540	3540	3540	3540	3540
16	Відрахування ЄСВ	455	455	455	455	455	455
17	Загальногосподарські витрати	2500	2500	2500	2500	2500	2500
–	ВСЬОГО ВИТРАТ:	43 600	92 042	96 240	97 618	98 271	100 065
18	Урожайність, т/га	3,1	11,4	35,8	43,4	45,7	57,3
19	Ціна реалізації, грн/т	3100	3950	4320	4320	4320	4320
20	Виручка від реалізації	9610	45 030	154 656	187 488	197 424	247 536
21	Чистий прибуток	– 33990	– 47012	58 416	89 870	99 153	147 471
22	Собівартість одиниці продукції, грн/т	14000	8073,8	2688,3	2249,3	2150,4	1746,3
23	Рівень рентабельності виробництва, %	– 77,9	– 51,1	60,7	92,1	100,9	147,4

Зважаючи на суттєве зростання рівня врожайності (на 21,23 % та 27,65 %, до 43,4 – 45,7 т/га) варіанти дослід з РПВГ 80-70 та 80 % від НВ забезпечили більш високі (порівняно із РПВГ 70 % від НВ) економічні параметри: чистий прибуток – 89,870-99,153 тис.грн/га та рівень рентабельності виробництва – 92,1-100,9 % відповідно.

Максимальний (у цьому досліді) економічний ефект було отримано за умови реалізації найбільш інтенсивного рівня зволоження – 90 % від НВ ґрунту. За рівня врожайності в 57,3 т/га та гуртової реалізаційної ціни 4,32 грн/кг ранньої цибулі, отримано валовий дохід – 247,536 тис.грн/га, чистий прибуток – 147,471 тис.грн/га, рівень рентабельності виробництва – 147,4 %. Собівартість цибулі також була найнижчою у цьому варіанті досліді – 1,746 грн/кг, тоді як на інших зрошуваних варіантах – 2,15-2,688 грн/кг, за часткового зрошення (досходові поливи) – 8,074 грн/кг, у богарних умовах – 14,0 грн/кг.

В наведених умовах господарювання окупність інвестицій (термін окупності) становить 1 рік за умови досягнення рівня врожайності товарної цибулі не нижче 38,7 т/га.

Отже, виконані розрахунки підтверджують «статус» ранньостиглої цибулі ріпчастої, як однієї із найприбутковіших культур на краплинному зрошенні.

Перець солодкий розсадний (дослід № 3) експерти також відносять до «високомаржинальних» овочевих культур на краплинному зрошенні [293, 239, 654, 655]. Принципова відмінність (порівняно з цибулею ріпчастою) полягає в значимому збільшенні витрат на ручну працю при збиранні плодів перцю [441].

Як і в попередньому досліді, в досліді № 3 (КДДС ІВПіМ НААН) економічні параметри залежали від прийнятої передполивної вологості ґрунту (таблиця 9.4).

Таблиця 9.4 – Укрупнена структура витрат та основні економічні показники вирощування перцю солодкого розсадного за краплинного зрошення залежно від РПВГ, грн/га

№ з/п	Стаття витрат / економічний параметр	Варіант – рівень зволоження ґрунту (РПВГ)					
		без зрош. (к)	70 % НВ	80 % НВ	90-80% НВ	90% НВ	95 % НВ
1	Оренда землі	1100	1100	1100	1100	1100	1100
2	Основні вузли і деталі СКЗ, грн/га/рік	–	3220	3220	3220	3220	3220
3	Поливна трубка СКЗ, грн/га/рік	–	4820	4820	4820	4820	4820
4	Демонтаж і зберігання ПТ	–	330	330	330	330	330
5	Експлуатація СКЗ	450*	670	670	670	670	670
6	Насіння	12840	16080	16080	16080	16080	16080
7	Розсада + садіння	24650	30270	30270	30270	30270	30270
8	Засоби захисту рослин	16500	20540	20540	20540	20540	20540
9	Мінеральні добрива	25350	35200	35200	35200	35200	35200
10	Поливна вода, вкл. витрати на ел. енергію	1090*	3400	5530	5420	5670	7145
11	Тара (картонні ящики)	1215	1730	2410	2890	2475	2200
12	Послуги сторонніх організацій	2650	2650	2650	2650	2650	2650
13	З/п оператора СКЗ (сезон) – грн/га	450*	1100	1100	1100	1100	1100
14	З/п механізаторів (сезон) – грн/га	950	1246	1246	1246	1246	1246
15	З/п – збирання плодів, ручна праця	5655	8051	11216	13450	11519	10239
16	Дизельне паливо	2950	3540	3540	3540	3540	3540
17	Відрахування ЄСВ	455	455	455	455	455	455
18	Загальногосподарські витрати	2500	2500	2500	2500	2500	2500
–	ВСЬОГО ВИТРАТ:	98 805	136 902	142 877	145 481	143 385	143 305
19	Урожайність, т/га	24,3	34,6	48,2	57,8	49,5	44,0
20	Ціна реалізації, грн/т	5200	6900	7400	7400	7400	7400
21	Виручка від реалізації	126 360	238 740	356 680	427 720	366 300	325 600
22	Чистий прибуток	27 555	101 838	213 803	282 239	222 915	182 295
23	Собівартість одиниці продукції, грн/т	4066,1	3956,7	2964,3	2517,0	2896,7	3256,9
24	Рівень рентабельності виробництва, %	27,9	74,4	149,6	194,0	155,5	127,2

*Примітка – технологією передбачено проведення приживлювальних поливів розсади.

Аналіз даних таблиці 9.4 засвідчує, що за умови чіткого дотримання технології у варіанті «без зрошення» (а фактично – тільки з приживлювальними поливами розсади), вирощування перцю солодкого є рентабельним. Навіть за значних інвестицій (до 100 тис.грн/га) урожайність в 24,3 т/га забезпечує валовий дохід на рівні 126,36 тис.грн/га. За цього чистий прибуток складає 27,555 тис.грн/га, собівартість 1 тонни плодів – 4066,1 грн, а рівень рентабельності виробництва – 27,9 %.

Застосування краплинного зрошення значно підвищує економічну ефективність технології вирощування перцю не лише за рахунок зростання рівня врожайності, але й за рахунок кращої споживчої якості плодів і, як наслідок, – вищої ціни їх реалізації. Найнижчі економічні параметри у розрізі зрошуваних варіантів показав варіант із помірним режимом зволоження ґрунту – РПВГ: 74,4 % рентабельність на фоні відносно високої собівартості продукції – 3956,7 грн/т. Приблизно однакові економічні результати забезпечили варіанти із реалізацією РПВГ 80 та 90 % від НВ: чистий прибуток – 213,803 та 222,915 тис.грн/га, собівартість 1 тонни плодів – 2964,3 та 2896,7 грн та рівень рентабельності виробництва – 149,6 і 155,5 % відповідно. Найвищі параметри дохідності зафіксовано у варіанті з диференційованим РПВГ 90-80 % від НВ ґрунту: чистий прибуток – 282,239 тис.грн/га, собівартість 1 тонни плодів – 2517,0 грн та рівень рентабельності виробництва – 194,0 %. Натомість, констатуємо, що реалізація режиму краплинного зрошення із інтенсивним поливом – 95 % від НВ ґрунту на фоні збільшення витрат поливної води призводила до зниження як врожайності, так і відповідно всіх економічних параметрів на 27-35 % (порівняно із варіантом 90-80 % від НВ ґрунту).

В наведених умовах господарювання окупність інвестицій (термін окупності) становить 1 рік за умови досягнення рівня врожайності товарних плодів перцю солодкого не нижче 20 т/га.

Баклажан розсадний (дослід № 4), за аналогією до перцю солодкого, – також відносять до найбільш прибуткових овочевих культур на краплинному зрошенні [636, 652]. Технології вирощування цієї культури також властивим є збільшені матеріальні витрати ручної праці при збиранні плодів – 5,7-9,4 тис.грн/га (4,7-7,3 % від загальних витрат).

Базові економічні параметри технології вирощування баклажану розсадного розраховували залежно від РПВГ (таблиця 9.5).

Аналізуючи витрати на технологію вирощування баклажану розсадного зазначимо, що сумарно вони становлять від 92,089 тис.грн/га (без зрошення) до 121,762-128,131 тис.грн/га – на краплинному зрошенні і нижчі від затрат на технологію вирощування перцю солодкого на 6,1-11,9 %. У структурі витрат найбільшу частку займають: насіння, послуги з вирощування розсади та садіння розсади (33,2 %), мінеральні добрива і ЗЗР (23,5 та 14,3 %), СКЗ та поливна вода (11,1 %), збирання плодів (7,3 %). Решта складових витрат не перевищують 2-3 % від загальної суми витрат на технологію вирощування культури.

У першу чергу завдяки проведенню поливів для приживлення розсади, у варіанті без зрошення отримано 26,2 т/га плодів, що і зумовило в цілому позитивні економічні показники в цих умовах: чистий прибуток 8249 грн/га, рівень рентабельності виробництва – 8,9 %. Проте у богарних умовах собівартість виробництва плодів була вищою порівняно із варіантами з РПВГ 75-85 та 90 % від НВ на 14,8-24,1 %.

В загальному, на краплинному зрошенні, порівняно із богарними умовами, чистий прибуток був вищим у 2,4-12,4 рази, а рівень рентабельності виробництва – у 1,83-8,97 разів. Найвищу собівартість вирощування плодів (у розрізі всіх варіантів дослідів) отримано за реалізації помірною режиму зрошення з РПВГ 70 % від НВ – 4127,8 грн/т, найменшу – у варіанті з РПВГ 75-85 % від НВ – 2669,4 грн/т. Реалізація диференційованого за фазами розвитку рослин РПВГ на фоні максимальної врожайності товарних плодів (48,0 т/га) забезпечила і найвищі економічні

Таблиця 9.5 – Укрупнена структура витрат та основні економічні показники вирощування баклажану розсадного за краплинного зрошення залежно від РПВГ, грн/га

№ з/п	Стаття витрат / економічний параметр	Варіант – рівень зволоження ґрунту (РПВГ)					
		без зрош. (к)	70 % НВ	80 % НВ	75-85% НВ	90% НВ	95 % НВ
1	Оренда землі	1100	1100	1100	1100	1100	1100
2	Основні вузли і деталі СКЗ, грн/га/рік	–	3220	3220	3220	3220	3220
3	Поливна трубка СКЗ, грн/га/рік	–	4820	4820	4820	4820	4820
4	Демонтаж і зберігання ПТ	–	330	330	330	330	330
5	Експлуатація СКЗ	450*	670	670	670	670	670
6	Насіння	10575	16080	16080	16080	16080	16080
7	Розсада + садіння	24650	26450	26450	26450	26450	26450
8	Засоби захисту рослин	14500	18300	18300	18300	18300	18300
9	Мінеральні добрива	23630	30120	30120	30120	30120	30120
10	Поливна вода, вкл. витрати на ел. енергію	1090*	2933	5054	5140	5468	7012
11	Тара (картонні ящики)	1215	885	1005	1440	1275	1000
12	Послуги сторонніх організацій	2650	2650	2650	2650	2650	2650
13	З/п оператора СКЗ (сезон) – грн/га	450*	1100	1100	1100	1100	1100
14	З/п механізаторів (сезон) – грн/га	950	1246	1246	1246	1246	1246
15	З/п – збирання плодів, ручна праця	5109	5753	6533	9360	8288	6494
16	Дизельне паливо	2765	3150	3150	3150	3150	3150
17	Відрахування ЄСВ	455	455	455	455	455	455
18	Загальногосподарські витрати	2500	2500	2500	2500	2500	2500
–	ВСЬОГО ВИТРАТ:	92 089	121 762	124 783	128 131	127 222	126 697
19	Урожайність, т/га	26,2	29,5	33,5	48,0	42,5	33,3
20	Ціна реалізації, грн/т	3200	4800	4800	4800	4800	4800
21	Виручка від реалізації	83 840	141 600	160 800	230 400	204 000	159 840
22	Чистий прибуток	8 249	19 838	36 017	102 269	76 778	33 143
23	Собівартість одиниці продукції, грн/т	3514,9	4127,5	3724,9	2669,4	2993,5	3804,7
24	Рівень рентабельності виробництва, %	8,9	16,3	28,9	79,8	60,4	26,2

*Примітка – технологією передбачено проведення приживлювальних поливів розсади.

параметри технології вирощування баклажану: чистий прибуток – 102,269 тис.грн/га та рівень рентабельності виробництва – 79,8 %. Близьким за значеннями був і варіант з РПВГ 90 % від НВ: чистий прибуток – 76,778 тис.грн/га та рівень рентабельності виробництва – 60,4 %. Натомість, варіанти з РПВГ 80 та 95 % від НВ ґрунту забезпечували порівняно нижчі економічні параметри: чистий прибуток 36,017-33,143 тис.грн/га та рівень рентабельності виробництва – 28,9-26,2 % відповідно.

Термін окупності інвестицій у проект вирощування баклажану розсадного на краплинному зрошенні складає 1 рік за умови досягнення рівня врожайності товарних плодів не нижче 26,7 т/га.

Буряк цукровий (дослід № 12 (ДП «ДГ «Брилівське»). Вирощування буряка цукрового з метою одержання цукру-сирцю також є високоприбутковим бізнесом, яким в Україні займаються сьогодні виключно спеціалізовані вертикально інтегровані агрохолдинги [664, 665, 677]. Вони мають замкнутий цикл виробництва: займаються як вирощуванням сировини, так і її переробкою на власних заводах, а також реалізацією продуктів переробки. Поряд з цим, цукрові заводи приймають сировину для переробки у сторонніх організацій на договірних засадах.

Для нашого дослідного поля вихідні умови для розрахунку економічних показників на 2015 р. наступні:

- реалізація коренеплодів на Засільський цукровий завод (належить ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані»), який територіально знаходиться поблизу селища Первомайське Жовтневого району Миколаївської області, т.б. відстань транспортування коренеплодів із с. Привітне складає 104,5 км.

- оплата постачальнику сировини нормативної якості [281] у сезоні 2015 р., згідно умов договору складає 72 кг цукру-піску за 1 т коренеплодів (у цінах на момент розрахунку – 680,4 грн/тонну коренеплодів).

У нашому досліді (№ 12) основні економічні параметри технології вирощування буряку цукрового залежали від гібридного складу, їх густоти посіву та строку збирання (таблиця 9.6).

Таблиця 9.6 – Укрупнена структура витрат та основні економічні показники
вирощування коренеплодів буряка цукрового за краплинного зрошення
залежно від гібридного складу, густоти рослин і строку збирання

Варіанти дослідів			Витрати, грн/га, на:				Урожай-ність, т/га	Валовий дохід, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собів-вартість, грн/т	Рівень рентабель-ності, %
			технологію вирощування	СКЗ+ полив	збирання + логістика	ЗАГАЛЬНІ					
20 вересня	88,9 тис./га	Дарія	30650	19 460	5675	55785	85,0	57834	2049	656,3	3,7
		Світлана	30650		5945	56055	89,9	61168	5113	623,5	9,1
		Кармеліта	30650		5906	56016	89,2	60692	4676	628,0	8,3
	111,1 тис./га	Дарія	31300		5945	56705	89,9	61168	4463	630,8	7,9
		Світлана	31300		6209	56969	94,7	64434	7465	601,6	13,1
		Кармеліта	31300		6319	57079	96,7	65795	8716	590,3	15,3
21 жовтня	88,9 тис./га	Дарія	30650		6726	56836	104,1	70830	13994	546,0	24,6
		Світлана	30650		6665	56775	103,0	70081	13306	551,2	23,4
		Кармеліта	30650		6566	56676	101,2	68856	12180	560,0	21,5
	111,1 тис./га	Дарія	31300		6902	57662	107,3	73007	15345	537,4	26,6
		Світлана	31300		7089	57849	110,7	75320	17471	522,6	30,2
		Кармеліта	31300		6968	57728	108,9	74096	16368	530,1	28,4

Дані таблиці 9.6 свідчать, що рентабельним є вирощування коренеплодів буряка цукрового за всіма поєднаннями технологічних елементів, хоч цей показник і варіює від 3,7 до 30,2 % у розрізі варіантів досліду.

Аналіз у розрізі окремих факторів показує, що за фактором А (гібриди), за вирощування гібриду Дарія КВС^{Rz(Cr)} отримано середній чистий прибуток 8963 грн/га, а рівень рентабельності склав 15,7 %, відповідно Светлана КВС^{Rz} – 10839 грн/га і 18,95 % та Кармеліта^{Rz(Cr)} – 10485 грн/га і 18,40 %. Отже, у розрізі гібридів більш економічно доцільним в умовах краплинного зрошення є вирощування 2-х гібридів «KWS SAAT AG»: Светлана КВС^{Rz} та Кармеліта^{Rz(Cr)}.

Аналіз за фактором В (густота рослин), засвідчує, що за умов формування густоти рослин 88,9 тис.шт./га усереднений чистий прибуток складає 8553 грн/га, рівень рентабельності виробництва – 15,1 %, а відповідно за формування густоти рослин 111,1 тис.шт./га – ЧП = 11638 грн./га, а РРВ – 20,25 %. Собівартість 1 тонни коренеплодів також нижча за густоти рослин 111,1 тис.шт./га – 575 грн проти 594 грн. Отже, за цим фактором, варіант з густотою рослин 111,1 тис.шт./га є більш економічно доцільним.

За фактором С (строк збирання коренеплодів) прослідковуємо очевидну економічну перевагу більш пізнішого терміну збирання – 21 жовтня. Порівняно із варіантом збирання коренеплодів 20 вересня тут чистий прибуток вищий на 9363 грн/га (або у 2,7 рази), рівень рентабельності виробництва – на 16,2 %, а собівартість 1 тонни коренеплодів нижча на 80,5 грн або на 13,5 %.

Термін окупності капіталовкладень у проект краплинного зрошення буряка цукрового в зоні Степу України складає 3 роки за умови отримання врожайності 95 т/га або 2 роки за умови досягнення врожайності технологічних коренеплодів понад 143 т/га.

Картопля рання (дослід № 1, КДДС ІВПіМ НААН). Рання картопля, як і більшість ранніх овочевих культур, є досить прибутковою культурою на краплинному зрошенні [121, 496]. У наших дослідженнях економічні параметри технології вирощування картоплі залежали від РПВГ. Для розрахунку валового доходу було прийнято ціну 3500 грн/т, за якою реалізовували продукцію з поля в I декаді липня 2015 р.

Розраховані основні економічні показники технології вирощування ранньої картоплі сорту Невська на краплинному зрошенні залежно від РПВГ наведено у додатку Р 1. Аналіз цих даних показує, що в умовах Степу вирощування ранньої картоплі в богарних умовах є не рентабельним, прямі збитки становлять близько 13,2 тис.грн/га, рентабельність – мінус 42,2 %. Мало ефективним виявився і варіант досліду із РПВГ 60 % від НВ ґрунту – рентабельність склала біля 6 %, чистий прибуток – 3,12 тис.грн/га, що в сучасних умовах є досить ризикованим. Фінансово стабільним є вирощування бульб за краплинного зрошення із РПВГ 70, 80 та 90 % від НВ ґрунту. Найвищі економічні параметри забезпечив варіант із реалізацією режиму поливу 80 % від НВ ґрунту: чистий прибуток – 39,994 тис.грн/га, рівень рентабельності виробництва – 72,7 %, на фоні мінімальної собівартості вирощування 1 тонни бульб – 2026 грн.

Термін окупності капіталовкладень у проект краплинного зрошення ранньої картоплі в зоні Степу України складає 3 роки за умови отримання врожайності 22,8 т/га або 2 роки за умови досягнення врожайності товарних бульб понад 34 т/га.

Кукурудза цукрова (дослід № 2, КДДС ІВПіМ НААН). Зважаючи на економічну ефективність, попиту на цю продукцію (високої ліквідності) є однією із найбільш популярних у невеликих фермерських та у присадибних господарствах південного регіону України [337, 338, 659]. Характерною особливістю реалізації готової продукції (качанів у обгортці у фазу молочно-воскової стиглості) є диференціація ціни залежно від величини качана. Так, середня гуртова ціна на качани вирощені без зрошення

дорівнювала 1,10 грн/шт., а на зрошуваних варіантах – від 1,50 до 2,50 грн/шт. залежно від його крупності (додаток Р2).

Розраховані основні економічні показники технології вирощування кукурудзи цукрової гібриду Сквирка (Роксолана) F1 на краплинному зрошенні залежно від РПВГ наведено у додатку Р 2.

Аналіз розрахованих даних показує недоцільність вирощування кукурудзи цукрової в богарних умовах: невисока врожайність та низька закупівельна ціна формують рівень рентабельності 4,8 %, а чистий прибуток – 1,6 тис.грн/га, що створює певні фінансові ризики.

За краплинного зрошення всі варіанти дослідів показали порівняно високу економічну ефективність. Проте значимо нижчі вони були за реалізації режимів краплинного зрошення із РПВГ 60,70 та 95 % від НВ ґрунту.

Максимальні показники були характерні для варіанту із РПВГ 80 % від НВ: чистий прибуток – 70,3 тис.грн/га, рівень рентабельності виробництва – 131,1 %.

Термін окупності інвестицій у проект краплинного зрошення кукурудзи цукрової в зоні Степу України складає 2 роки за умови отримання 35 тис.шт./га високоякісних качанів або 1 рік за умови досягнення врожайності 70 тис.шт. качанів /га.

Кавун (дослід № 14, ДП «ДГ «Великі Клини» ПДСГДС ІВПіМ НААН). В цьому досліді прораховано 18 можливих поєднань варіантів вирощування кавуна в богарних умовах і за краплинного зрошення. Як базову для розрахунків прийнято гуртову ціну реалізації плодів з поля станом на III декаду серпня 2015 р. – 1330 грн/т.

Розраховані основні економічні показники технології вирощування кавуна сорту Княжич на краплинному зрошенні залежно від РПВГ, схеми сівби (густоти рослин) та рівня мінерального живлення наведено у додатку Р 3.

Аналіз даних таблиці у додатку Р3 показує, що за будь-якого поєднання вирощування кавуна на богарі (за ціни з поля 1,33 грн/кг) було не рентабельним: рівень рентабельності був від'ємним – від мінус 23,0 до мінус 58,2 %. Натомість за краплинного зрошення, завдяки суттєвому зростанню врожайності плодів, цей показник склав 23,2-48,8 %.

Розглянемо більш детально економічні параметри за умов краплинного зрошення.

За фактором А (РПВГ) у варіанті з 65-75-70 % від НВ середній чистий дохід склав 15,581 тис.грн/га, собівартість вирощування – 0,940 грн/кг, рівень рентабельності – 42,25 %, а за рівня зволоження ґрунту 75-75-75 % від НВ ці параметри склали відповідно 15,658 тис.грн/га, 0,942 грн/кг та 41,53 %. За основними економічними показниками ці два варіанти дослідів практично ідентичні. Лише враховуючи питомі витрати поливної води, які менші у варіанті з диференційним режимом 65-75-70 % від НВ ґрунту можливо стверджувати про деяку перевагу цього варіанту дослідів.

За фактором В (доза мінеральних добрив) внесення мінеральних добрив лише окупило ці додаткові витрати, але не забезпечило додаткового прибутку та зростання рентабельності. Так, в середньому на варіантах без внесення добрив чистий дохід склав 15,61 тис.грн/га, собівартість вирощування – 0,927 грн/кг, рівень рентабельності – 43,67 %, а за внесення добрив – 15,63 тис.грн/га, 0,955 грн/кг та 40,11 % відповідно. Поряд з цим, для дотримання закону землеробства щодо повернення елементів живлення у ґрунту, варіанти з внесенням мінеральних добрив є перспективнішими в цих умовах.

За фактором С (схема сівби – густина рослин) встановлено, що найвищі економічні параметри забезпечила схема сівби з площею живлення рослин 1,5 м² (1,4 x 1,1 м – 6,494 тис.шт./га): чистий дохід склав 17,649 тис.грн/га, собівартість вирощування – 0,907 грн/кг, рівень рентабельності – 46,55 %.

Термін окупності інвестицій у проект краплинного зрошення кавуна в зоні Степу України складає 3 роки за умови отримання врожайності 34 т/га або 2 роки за умови досягнення врожайності плодів понад 51 т/га.

9.2 Біоенергетична ефективність технологій вирощування просапних культур за краплинного зрошення

Поряд із загально визнаними методами оцінки ефективності виробництва продукції рослинництва через вартісні показники, останнім часом у набуває все більшого поширення універсальний енергетичний показник – коефіцієнт енергетичної ефективності. В сільськогосподарському виробництві використовується два доповнюючі один одного види енергії: не відновлювальна та відновлювальна. Не відновлювальну енергію отримують з нафти, природного газу, вугілля, ядерного палива та інші. Основним відновлювальним джерелом енергії в сільському господарстві є енергія сонця. В результаті процесу фотосинтезу відбувається накопичення енергії в агроecosystemі у вигляді рослинної біомаси.

Основне завдання біоенергетичного аналізу – це пошук і планування методів сільськогосподарського виробництва, які забезпечать раціональне застосування не відновлювальної і відновлювальної енергії, охорону навколишнього середовища. Біоенергетичний аналіз проводиться для оцінки ефективності використання не тільки добрив, пестицидів, поливної води, але й природних ресурсів – ґрунту, клімату, сонячної радіації, тобто основних факторів родючості. Біоенергетичний аналіз інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур закінчується встановленням енергетичної ціни врожаю. Якщо коефіцієнт біоенергетичної ефективності порівняно значний, то це свідчить, що технологія наближається до ресурсо- і енергозберігаючої. Показник залежить від ґрунтово-кліматичних умов, ступеня технологічної завантаженості структури посівних площ і наявності

науково обґрунтованих сівозмін [193, 194, 195, 425]. При аналізі біоенергетичної ефективності виробництва овочів слід урахувати не тільки калорійність, а і вміст найбільш цінних хімічних речовин, які входять до їх складу. Вміст енергії в продуктивних органах овочевих рослин відносно невисокий, тому коефіцієнт енергетичної ефективності в більшості випадків менший за одиницю. В зв'язку з цим, для об'єктивної оцінки овочевої продукції з урахуванням не тільки її калорійності, а й біологічно активних сполук, застосовують коефіцієнти споживчої цінності овочів [39, 61, 371].

Основним показником, що характеризує технологію виробництва овочів з урахуванням споживчої цінності продукції є коефіцієнт енергетичної та біоенергетичної ефективності, який визначали за формулою 2.9 [39, 212, 371, 365] без урахування побічної продукції.

З метою розрахунку енергетичної ефективності використовували методіку проведення енергетичного аналізу інтенсивних технологій вирощування просапних сільськогосподарських культур з урахуванням окремих складових матеріальних ресурсів – СКЗ, поливної води, мінеральних добрив, садивного (посівного матеріалу), ПММ, оплати праці залежно від РПВГ. При розрахунках енергії, накопиченою господарсько-цінною частиною врожаю, використано довідкові дані з енергетичної цінності сухої органічної речовини [371, 468].

Розраховані згідно [380, 384] питомі витрати енергії на проведення поливів із свердловини становили 10,52 МДж/м³, а із відкритого каналу – 9,24 МДж/м³. За цього враховано питомі витрати електроенергії, енергоємність СКЗ та поливної води.

Проведені розрахунки енергетичної та біоенергетичної оцінки технологій вирощування просапних сільськогосподарських культур за краплинного способу зрошення залежно від РПВГ наведено у таблицях 9.7 та 9.8.

Таблиця 9.7 – Енергетична та біоенергетична оцінка технологій вирощування овочевих і баштанних культур за краплинного зрошення залежно від РПВГ

РПВГ, % від НВ	Вид сільськогосподарської культури																		
	кукурудза цукрова			перець солодкий				баклажан				цибуля ріпчаста				кавун			
	+*	-**	Ке	+	-	Ке	Кбе	+	-	Ке	Кбе	+	-	Ке	Кбе	+	-	Ке	Кбе
без зрошення	20,92	23,51	0,89	33,81	25,16	1,34	11,9	28,35	24,9	1,14	3,87	5,28	22,75	0,23	2,02	13,81	15,25	0,91	2,90
60	48,03	47,69	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-75-70	-***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,48	26,03	1,90	6,08
70	48,87	49,28	0,99	44,10	51,71	0,85	7,59	31,22	48,88	0,64	2,17	59,28	46,17	1,28	11,17	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,35	27,03	1,86	5,96
75-85	-	-	-	-	-	-	-	49,67	63,76	0,78	2,65	70,31	50,42	1,39	12,13	-	-	-	-
80-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	62,41	54,12	1,15	56,84	66,65	0,85	7,59	34,67	63,18	0,55	1,87	71,29	53,10	1,34	11,68	-	-	-	-
90-80	-	-	-	66,88	65,92	1,01	9,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	49,92	62,00	0,81	54,63	67,60	0,81	7,19	43,39	65,97	0,66	2,24	88,01	57,81	1,52	13,24	-	-	-	-
95	44,05	69,26	0,64	47,17	77,54	0,61	5,41	33,29	76,39	0,44	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-

*Примітка. + прихід енергії з урожаєм, ГДж/га.

**Примітка. – витрати енергії на виробництво, ГДж/га.

***Примітка. – варіант не досліджували.

Таблиця 9.8 – Енергетична та біоенергетична оцінка технологій вирощування сої, зернової кукурудзи, буряка цукрового та картоплі за краплинного зрошення залежно від РПВГ

РПВГ, % від НВ грунту	Вид сільськогосподарської культури											
	соя			буряк цукровий			кукурудза зернова			картопля рання		
	+	-	Ke	+	-	Ke	+	-	Ke	+	-	Ke
без зрошення (К)	44,40	18,56	2,39	96,54	28,41	3,40	70,89	24,61	2,88	22,45	22,11	1,02
60	—***	—	—	—	—	—	—	—	—	54,65	35,36	1,55
70	—	—	—	—	—	—	133,93	57,10	2,34	70,89	36,30	1,95
80-70	94,86	79,56	1,19	208,56	71,93	2,90	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—	—	202,43	70,47	2,87	94,04	41,56	2,26
85	—	—	—	—	—	—	228,10	72,84	3,13	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	230,62	75,78	3,04	92,34	42,62	2,17

*Примітка. + прихід енергії з урожаєм, ГДж/га.

**Примітка. – витрати енергії на виробництво, ГДж/га.

***Примітка. – варіант не досліджували.

Овочеві і багрянні культури. Аналіз даних таблиці 9.7 показує, що краплинне зрошення в цілому є досить енергоємним елементом: енергомісткість самої системи та сукупні енерговитрати на водоподачу збільшують витрати енергії на виробництво продукції овочівництва у 1,8-3,1 рази порівняно із богарними умовами вирощування. Закономірно, що витрати енергії збільшуються прямо пропорційно збільшенню об'ємів водоподачі на поле.

На контрольному варіанті «без зрошення» найменш енерговитратною була технологія вирощування кавуна – 15,25 ГДж/га, а серед овочевих культур цей показник варіював у незначних межах від 22,75 до 25,16 ГДж/га. У зрошуваних умовах максимальні енерговитрати були характерними для варіантів із реалізацією інтенсивних режимів краплинного зрошення – з РПВГ 90 – 95 % від НВ ґрунту. На цих варіантах вони становили: для кукурудзи цукрової – 62,00-69,26 ГДж/га, перцю солодкого – 67,6-77,54 ГДж/га, баклажану – 65,97-76,39 ГДж/га та цибулі ріпчастої – 57,81 ГДж/га.

Поряд з цим, значно підвищуючи врожайність цих культур, використання технологій краплинного зрошення обумовило зростання виходу сукупної енергії з основним урожаєм продуктивних органів овочевих рослин: на кукурудзі цукровій – у 2,1-3,0 рази, на перці солодкому – у 1,3-2,0 рази, баклажані – 1,1-1,75 разів, цибулі ріпчастій – у 11,2-16,7 разів та на кавуні – 3,6-3,7 разів.

Як уже зазначалося раніше, у всіх овочевих рослин вміст енергії в продуктивних органах відносно невисокий, тому коефіцієнт енергетичної ефективності в більшості випадків був менший за одиницю. Тому для врахування не тільки калорійності, а й вмісту біологічно активних сполук, застосовували коефіцієнти споживчої цінності овочів [371]. Розрахований таким чином коефіцієнт біологічної ефективності (*Кбе*) для культури перцю

солодкого був найвищим за реалізації РПВГ 90-80 % від НВ – 9,03, для баклажану – 75-85 % від НВ – 2,65, для цибулі ріпчастої – 90 % від НВ – 13,24 та для кавуна – 65-75-70 % від НВ – 6,08.

Відзначимо, що на розсадних культурах перцю солодкого та баклажану K_e та K_{be} є найвищими для богарних умов їх вирощування: 1,34-11,9 та 1,14-3,87 відповідно. На цих культурах застосування краплинного зрошення призводило до зменшення K_e та K_{be} , що свідчить про звуження відношення між показниками приросту та витрат сукупної енергії на вирощування рослин у зрошуваних умовах.

Таким чином в умовах краплинного зрошення, з урахуванням споживчої цінності овочів, рівень енерговиробництва перцю солодкого, цибулі ріпчастої та кавуна оцінюється [365] як високоефективний ($K_{be} > 3,5$), баклажану – як середній ($K_{be} = 2,0-3,0$).

Зернові, зернобобові та технічні просапні сільськогосподарські культури.

Аналізуючи виконані розрахунки у таблиці 9.8, зазначимо, що енергомісткість СКЗ та подавання поливної води на поле збільшили сумарно енерговитрати на технологію вирощування сої у 4,28 рази, буряку цукрового – у 2,53 рази, зернової кукурудзи – у 2,3-3,1 рази та ранньої картоплі – у 1,60-1,93 рази. У богарних умовах (без зрошення) витрати на виробництво сої, картоплі та кукурудзи були в межах 18,56 – 24,61 ГДж/га, найвищі – за вирощування коренеплодів буряка цукрового – 28,41 ГДж/га. Натомість, в зрошуваних умовах витрати енергії на виробництво продукції рослинництва найвищими були за вирощування сої – 79,56 ГДж/га, дещо нижчі – за вирощування кукурудзи на зерно – 75,78 ГДж/га та буряка цукрового – 71,93 ГДж/га. Енерговитрати на 1 га зрошеної картоплі весняного строку садіння були найменшими – від 35,36 до 42,62 ГДж/га у розрізі варіантів з різними РПВГ.

Прихід додаткової енергії з урожаєм основної продукції в дослідях (порівняно із богарними умовами) був у 2,13 разів вищий за краплинного зрошення сої, у 2,16 разів – за вирощування буряка цукрового, зернової кукурудзи – у 3,25 рази, картоплі – у 4,11 рази. Щодо абсолютних числових значень, то варто визначити високі рівні надходження енергії за вирощування на краплинному зрошенні буряка цукрового – 208,6 ГДж/га та зернової кукурудзи – 230,6 ГДж/га. Закономірно, що фахівці відносять ці культури до основних енергетичних сільськогосподарських культур у сучасному рослинництві [304, 544, 578].

Аналіз за величиною коефіцієнта енергетичної ефективності (K_e) згідно [365], свідчить про низький рівень енергоефективності вирощування насінневої сої за краплинного зрошення ($K_e = 1,0-2,0$), середній рівень енергоефективності вирощування коренеплодів буряка цукрового за краплинного зрошення ($K_e = 2,0-3,0$), рівень вище середнього за КЗ зернової кукурудзи (варіант дослід з РПВГ 90 % від НВ) ($K_e = 3,0-3,5$) та середній рівень за вирощування ранньої картоплі (варіант з РПВГ 80 % від НВ) ($K_e = 2,0-3,0$).

У польових дослідях із культурою сої та буряка цукрового коефіцієнт енергетичної ефективності (K_e) є вищим для богарних умов їх вирощування: 2,39 проти 1,19 та 3,40 проти 2,90 відповідно. Тобто, аналогічно до пасльонових овочевих культур, на цих просапних сільськогосподарських культурах застосування технології краплинного зрошення призводило до зменшення K_e , що свідчить про звуження відношення між показниками приросту та сукупних витрат енергії на вирощування рослин в зрошуваних умовах.

Висновки до розділу 9.

1. Реалізація інтенсивних технологій вирощування просапних сільськогосподарських культур потребує порівняно значних фінансових інвестицій. Зокрема, за цінами 2015 р., з урахуванням амортизації СКЗ багаторічного терміну експлуатації, витрати на вирощування овочевих культур становили від 53,6 до 145,5 тис.грн/га, кавуна – 40,1 тис.грн/га, картоплі ранньої – 54,9 тис.грн/га, кукурудзи зернової – 42,9 тис.грн/га, сої – 37,7 тис.грн/га буряка цукрового – 57,8 тис.грн/га. У структурі витрат найбільшу частку займають: посівний матеріал, послуги з вирощування розсади та садіння розсади (для овочів) – від 11 до 33 %, мінеральні добрива і ЗЗР – 14-37 %, СКЗ та поливна вода – від 12 % (на овочах) до 36 % (на кукурудзі, сої), ручне збирання плодів (для овочів) – до 10 %. Решта складових витрат не перевищують 5 % від загальної суми витрат на технологію вирощування тієї чи іншої культури.

2. Застосування краплинного зрошення у рослинництві є високоефективним інструментом його інтенсифікації та забезпечує високі економічні показники. У досліджах, за вирощування овочів чистий прибуток становив від 70,3 до 282,2 тис.грн/га, а рівень рентабельності – 79,8-147,4 %, кавуна – 19,6 тис.грн/га та 48,8 %, картоплі ранньої – 39,9 тис.грн/га та 72,7 %, кукурудзи зернової – 28,7 тис.грн/га та 66,9 %, сої – 58,5 тис.грн/га та 155,2 %, буряка цукрового – 17,5 тис.грн/га та 30,2 %.

3. Термін окупності інвестицій у проект системи краплинного зрошення багаторічного терміну експлуатації (не менше 10 років) за вирощування зернової кукурудзи складає 2 роки, насінневої сої, цибулі ріпчастої, перцю солодкого, баклажану – 1 рік, кукурудзи цукрової – від 1 до 2 років та буряка цукрового, картоплі і кавуна – від 2 до 3 років.

4. Краплинне зрошення є досить енерговитратною технологією: енергомісткість самої системи та сукупні енерговитрати на водоподачу збільшують витрати енергії на виробництво продукції овочівництва у 1,8-3,1 рази, просяпних польових культур – у 1,6-4,3 рази порівняно із богарними умовами вирощування. Закономірно, що витрати енергії на зрошенні збільшуються прямо пропорційно збільшенню об'ємів водоподачі на поле.

5. У зрошуваних умовах максимальні енерговитрати були характерними для варіантів із реалізацією інтенсивних режимів краплинного зрошення – з РПВГ 90 – 95 % від НВ ґрунту. На цих варіантах вони становили: для кукурудзи цукрової – 62,00-69,26 ГДж/га, перцю солодкого – 67,6-77,54 ГДж/га, баклажану – 65,97-76,39 ГДж/га, цибулі ріпчастої – 57,81 ГДж/га, сої – 79,56 ГДж/га, кукурудзи зернової – 75,78 ГДж/га, картоплі – 42,62 ГДж/га та буряка цукрового – 71,93 ГДж/га.

6. В умовах краплинного зрошення, з урахуванням споживчої цінності овочів, рівень енерговиробництва перцю солодкого, цибулі ріпчастої та кавуна оцінюється як високоефективний ($K_{be} > 3,5$), баклажану – як середній ($K_{be} = 2,0-3,0$).

7. Аналіз за величиною коефіцієнта енергетичної ефективності (K_e), свідчить про низький рівень енергоефективності вирощування насінневої сої за КЗ ($K_e = 1,0-2,0$), середній рівень енергоефективності вирощування коренеплодів буряка цукрового ($K_e = 2,0-3,0$), рівень вище середнього для зернової кукурудзи (варіант дослід з РПВГ 90 % від НВ) ($K_e = 3,0-3,5$) та середній рівень за вирощування ранньої картоплі на КЗ (варіант з РПВГ 80 % від НВ) ($K_e = 2,0-3,0$).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та результати експериментальних досліджень, які розв'язують важливу науково-прикладну проблему щодо підвищення продуктивності просапних культур у зоні Степу України шляхом застосування інтенсивних технологій краплинного зрошення. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень можливо зробити такі основні висновки:

1. Визначено методичні особливості проведення польових технологічних дослідів в умовах краплинного зрошення, які, насамперед, визначаються специфікою цього способу поливу. Зокрема, за даними дослідів з визначення впливу краплинного зрошення на мікроклімат (температуру t , $^{\circ}\text{C}$ та відносну вологість повітря RH, %), встановлено, що незрошувані варіанти дослідів необхідно розміщувати на відстані не менше 5 м від зрошуваних варіантів.

Обґрунтовано методичний підхід до розробки схем польових однофакторних дослідів, реалізація яких спрямована на отримання залежностей «Водоспоживання – Врожайність» та визначення оптимального РПВГ з точки зору витрат ресурсів на одиницю продукції. Встановлено, що лімітуюча частина кривої відповідає варіантам дослідів з РПВГ від 60 до 75 % НВ та варіанту без зрошення, стаціонарна частина (зона оптимуму) – від 75 до 90 % НВ та інгібуюча частина – від 95 % НВ до повної вологом'єсткості ґрунту.

2. На основі експериментальних даних уперше для умов краплинного зрошення Степу отримано залежності «РПВГ – Кількість вегетаційних поливів» ($y = 0,0555x^2 - 6,9536x + 226,29$, $R^2 = 0,96$) та «РПВГ – Зрошувальна норма» ($y = 89,5x - 4168,8$, $R^2 = 0,99$), а також залежність норми краплинного зрошення від забезпеченості опадами вегетаційного періоду.

3. Встановлено закономірності та параметри процесів сумарного водоспоживання просапних культур залежно від рівня їх вологозабезпеченості:

- закономірності змін співвідношення опадів, об'ємів поливної води і ґрунтової вологи у формуванні сумарного водоспоживання рослин (ET_c);

- коефіцієнти водоспоживання K_B та ефективності зрошення $K_{E\Phi}$;

- закономірності змін показника $K_{E\Phi}$ залежно від величини коефіцієнта водоспоживання K_B , побудовано кореляційні залежності K_B та $K_{E\Phi}$ від РПВГ;

- динаміку добового водоспоживання протягом вегетаційного періоду та його максимальні значення, які становлять: для умов Степу Сухого 10-12 мм, для умов Степу Південно-центрального посушливого – 9-11 мм;

- розроблено проектні норми водопотреби для краплинного зрошення.

4. Встановлено кореляційні зв'язки між сумарним водоспоживанням культур та їх урожайністю. На основі цього, вперше для умов краплинного зрошення Степу України, побудовано статистичні моделі «Водоспоживання – Урожайність» та визначено

найбільш ефективні (оптимальні) варіанти використання води рослинами з точки зору її витрат на формування одиниці продукції.

5. Оптимальним діапазоном зволоження за краплинного зрошення більшості просапних культур є вузький інтервал від 85 до 95 % від НВ, що передбачає проведення поливів відносно невеликими нормами за одночасного скорочення міжполивних періодів. За таких умов співвідношення фактичної транспірації (T_c) до потенційно можливої (T_0) наближається до 1 ($\approx 0,83-0,87$), що характеризує вологозабезпечення рослин як близьке до оптимального.

6. Встановлено закономірності формування ростових процесів сільськогосподарських культур залежно від рівня вологозабезпечення. Так, максимальні параметри, які характеризують ростові процеси, було зафіксовано на варіантах із РПВГ 80-90 % НВ, у т.ч. і за диференційованих режимів краплинного зрошення. Висота рослин, порівняно із варіантом без зрошення, була більшою в середньому у 2,2 рази, площа листкової поверхні – 2,5 рази, фотосинтетичний потенціал – 2,3 рази та чиста продуктивність фотосинтезу – 3,4 рази. У той же час, реалізація інтенсивних режимів краплинного зрошення із РПВГ понад 90 % НВ призводила до незначного, проте достовірного зниження всіх біометричних показників на 5–9 % порівняно із біологічно оптимальними режимами зрошення, що свідчить про пригнічення розвитку рослин в умовах перезволоження.

Комплексом досліджень з вивчення розвитку кореневої системи підтверджено, що реалізація біологічно оптимальних режимів краплинного зрошення не призводить до локалізації кореневої системи в межах зон зволоження ґрунту.

7. Дослідженнями впливу режимів краплинного зрошення на біохімічний склад продуктивних органів просапних культур встановлено достовірне зниження вмісту сухих речовин, клітковини та незначне підвищення вмісту нітратів у варіантах з інтенсивним зволоженням (90-95 % від НВ) порівняно із незрошуваними умовами. Разом з цим, у всіх дослідах вміст нітратів, завдяки збалансованій системі мінерального живлення рослин, яка базувалась на дозованому та дискретному внесенні мінеральних добрив з поливною водою, не перевищував ГДК. Встановлено також достовірне зростання вмісту крохмалю та вітаміну С у бульбах картоплі за оптимізації режиму зрошення.

8. Встановлено залежності концентрації клітинного соку (ККС) листків від вологості ґрунту, обґрунтовано можливість використання цього фізіологічного показника стану рослин для призначення строків поливів. Удосконалено методику відбирання проб для визначення ККС листків.

Підтримання водного режиму ґрунту на рівні 80-90 % НВ досягається за умови призначення поливів буряку цукрового за величини ККС листків у 1-й половині вегетації 10,5 %, у 2-й – 11,3 %, а картоплі за величини ККС листків у 1-й половині вегетації 3,5 %, у 2-й – 5,0 %.

9. Результати досліджень засвідчили, що для практичного використання розрахункового методу призначення строків поливу за «Penman-Monteith» необхідно виконувати експериментальне корегування коефіцієнта культури K_c з урахуванням відхилень від стандартних умов. Встановлено, що в умовах підзони Степу Сухого на початковій та прикінцевій стадіях розвитку рослин кукурудзи зернової

Кс (FAO) завищує фактичне значення випаровування від 20 до 225 %, а в середині вегетації, навпаки, – занижує на 10-15 %.

10. Дослідженнями підтверджено, що сучасні системи моніторингу вологості ґрунту на основі інтернет-станцій типу iMetos® забезпечують високу оперативність, точність і достовірність при управлінні режимом краплинного зрошення. Для коректної інтерпретації показників датчиків вологості встановлено функціональні залежності $Ps - f(W)$:

- для датчика Watermark 200SS:

$Y = -11,09 \ln(x) + 105,85, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,91$, (де Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Watermark 200SS, кПа);

- для датчика Echo Probe (10 HS, EC 5):

$Y = 32,95 e^{0,035x}, \% \text{ НВ}; R^2 = 0,92$, (де Y – вологість ґрунту, % від НВ, x – показники датчика Echo Probe (10 HS, EC 5), %).

11. Встановлено, що форма та розміри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення просапних культур залежать від гранулометричного складу ґрунту та норми поливу. Експериментально для легкого, середнього суглинків та супіщаного ґрунтів встановлено співвідношення глибини до ширини (h/d) зон зволоження, лінійні залежності h і d від тривалості поливу, обраховано фактичні площі зон зволоження ґрунтів залежно від норми поливу.

Розроблено математичну модель плоско-вертикального профільного вологоперенесення за краплинного зрошення просапних культур в умовах неповного насичення. Модель використано для чисельного моделювання процесу вологоперенесення у випадку трьох заглиблених точкових джерел.

12. Доведено, що застосування краплинного зрошення у ланці овочевої сівозміни (томат посівний – часник озимий – кабачок посівний) впродовж семи років не сприяє вимиванню гумусу з ґрунту та накопиченню нітратів у нижніх його шарах. Останнє свідчить про непромивний водний режим та правильність розрахунків величин норм поливу. Встановлено, що на поживний режим ґрунту більшою мірою впливає система удобрення, зокрема фертигація, а не саме зрошення загалом. Краплинне зрошення не впливає на щільність складення ґрунту, про що свідчать результати визначення цього показника у зоні зволоження та у зоні міжрядь.

13. Встановлено, що підтримання оптимального рівня зволоження ґрунту за допомогою системи краплинного зрошення позитивно впливає на мікроклімат поля: підвищується відносна вологість повітря на 7,5-15,2% у перші дві доби після поливу, зменшуються її добові коливання, знижується температурний режим на 1,4-1,8⁰С (протягом 5-8 годин після поливу). Це, в свою чергу, інтенсифікує протікання всіх життєво важливих функцій рослинного організму.

14. Підтверджено, що застосування краплинного зрошення у рослинництві є високоефективним інструментом його інтенсифікації та забезпечує високі економічні показники. Так, за вирощування овочів чистий прибуток становив від 70,3 до 282,2 тис.грн/га, а рівень рентабельності – 79,8-147,4%, кавуна – 19,6 тис.грн/га і 48,8%, картоплі ранньої – 39,9 тис.грн/га і 72,7%, кукурудзи зернової – 28,7 тис.грн/га і 66,9%, сої насінневої – 58,5 тис.грн/га і 155,2% та буряку цукрового – 17,5 тис.грн/га і 30,2%. Термін окупності інвестицій у проект системи краплинного зрошення багаторічного

терміну експлуатації (не менше 10 років) за вирощування сої насінневої, цибулі ріпчастої, перцю солодкого і баклажана складає 1 рік, кукурудзи зернової та цукрової – 2 роки, а буряку цукрового, картоплі і кавуна – від 2 до 3 років.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання високих рівнів урожайності просапних сільськогосподарських культур за мінімальних питомих витрат ресурсів та збереження екологічної стійкості меліорованих агроландшафтів у зоні Степу України рекомендуємо:

1. Застосовувати системи краплинного зрошення (СКЗ), підтримуючи рівень передполивної вологості ґрунту не нижче:

- 90-80 % від НВ для перцю солодкого розсадного;
- 75-85 % від НВ для баклажана розсадного;
- 85 % від НВ для кукурудзи на зерно;
- 90 % від НВ для цибулі ріпчастої.
- 80 % від НВ для картоплі ранньої та кукурудзи цукрової.

За цього глибина зволоження ґрунту обумовлюється не розвитком кореневої системи рослин, а схемою садіння (сівби) рослин та розміщенням поливних трубопроводів системи краплинного зрошення.

2. За вирощування:

- сої насінневої формувати режим краплинного зрошення з РПВГ 80-80-70 % від НВ ґрунту на фоні густоти рослин 417,6 тис. шт./га;

- буряку цукрового для переробки на біогаз – формувати режим краплинного зрошення з РПВГ 80-70 % від НВ та укладати поливні трубопроводи у кожне міжряддя;

- буряку цукрового для переробки на цукор – формувати режим краплинного зрошення із РПВГ 80-70 % НВ на фоні густоти рослин 111,1 тис./га, за цього строк збирання коренеплодів – III декада жовтня;

- кавуна – формувати режим краплинного зрошення з РПВГ 65-75-70 % НВ, площу живлення 1,5 м² за рекомендованої дози мінеральних добрив N₆₀P₉₀K₆₀.

3. Розраховувати проектні режими краплинного зрошення та здійснювати управління поливами за допомогою інформаційно – дорадчої системи (ІДС) з планування та управління режимами краплинного зрошення.

4. Використовувати для призначення строків поливу показник концентрації клітинного соку (ККС) листків. Визначення КСС проводити за удосконаленою методикою: відбирати проб із середньої частини листка одного і того ж ярусу вранці (7⁰⁰), повторність визначення – не менше п'яти проб.

5. Призначати строки поливу кукурудзи за розрахунковим методом «Penman-Monteith». Визначення фактичної евапотранспірації (ЕТс) рослин в умовах краплинного зрошення Степу України проводити з використанням експериментально встановлених значень коефіцієнта культури Кс.

6. Проводити моніторинг вологості ґрунту за допомогою інтернет-станцій типу iMetos®. Для коректної інтерпретації показників датчиків вологості ґрунту Watermark і Echo Probe використовувати встановлені залежності $P_s - f(W)$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроклиматический атлас Украинской ССР / Под ред. С.А. Сапожниковой.–К.: Урожай, 1964. – 36 с.
2. Агроклиматический справочник по Запорожской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 62 с.
3. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Гидрометеиздат, Л.: 1958. – 91 с.
4. Агрохімічний аналіз: підручник для виклад. та студ. агроном. спец. вузів II-IV рівнів акредитації / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; Національний аграрний університет. – К. : Арістей, 2005. – 476 с.
5. Алатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразования / А.М. Алпатьев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. – 322 с.
6. Алпатьев С.М. О поливных режимах сельскохозяйственных культур / С.М. Алпатьев // Орошаемое земледелие в европейской части СССР: в кн. – М., 1965. – С. 185-190.
7. Андрианов А.Д. Капельный полив и удобрение раннего картофеля повышают урожай и его качество / А.Д. Андрианов, Д.А. Андрианов // Картофель и овощи. – 2008. – № 6. – С. 13–14.
8. Анишко М.Ю. Особенности формирования урожайности сортов лука репчатого при различных способах орошения в условиях Нижнего Поволжья: автореф. дис. соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.09 «растениеводство» / Ю.М. Анишко. – Астрахань, 2009. – 20 с.
9. Анишко М.Ю. Выращивание лука репчатого на Нижней Волге: монография / М.Ю. Анишко. – Астрахань, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства, 2011. – 227 с.
10. Аптекарь С.О. Оцінка ефективності інвестиційних проектів // Економіка України. – 2007. – К.: № 1. – С. 42-49.

11. Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К. Крупского и Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1979. – 160 с.
12. Ахмедов А.Д. Аналитический подход к определению некоторых водно-физических характеристик почвогрунтов / Ахмедов А.Д. // Материалы Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов». – Москва. – 2008. – С. 22-25.
13. Бабич А.О. Соевий пояс і розміщення виробництва сої в Україні / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна // Пропозиція. – 2010. – № 4 – С. 52-54.
14. Бабич А.О. Нові сорти сої і перспективи виробництва її в Україні / А.О. Бабич // Пропозиція. – 2007. – № 4 – С. 46-49.
15. Бабич А.О. Соеві рекорди / А.О. Бабич // Аграрний тиждень. Україна. – 2014. – № 7-8 (283). – С. 32-33.
16. Бабич А.О. Соя розв'язує проблему кормового білка / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна // Аграрний тиждень. Україна. – 2013. – № 3 (258) – С. 10.
17. Бабич А.О. Кормові і білкові ресурси світу / А.О. Бабич. – К.: Урожай, 1995. – 298 с.
18. Бабич А.О. Режим зрошення сої в умовах посухи та суховію / А.О. Бабич // Аграрний тиждень. Україна. – 2014. – № 15. – С. 24-25.
19. Бабич А.О. Селекція, виробництво і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К.: Аграрна наука, 2011. – 548 с.
20. Базалій В.В. Моделювання середньодобового випаровування буряків цукрових при диференціації умов вологозабезпеченості / В.В. Базалій, С.В. Коковіхін, В.Г. Пілярський, П.В. Писаренко // Таврійський науковий вісник: науковий журнал. – Вип. 69. – Херсон: Грінь Д.С., 2010. – С. 143-150.
21. Баклажани свіжі. Технічні умови: ДСТУ 2660:1994. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 11 с. – (Національні стандарти України).

22. Балашова Г.С. Фотосинтетична діяльність рослин картоплі за різних режимів зрошення в умовах південного Степу України / Г.С. Балашова, М.І. Черниченко // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Гринь Д.С., 2012. – Вип. 57. – С. 93-100.
23. Балцату И.Н. Исследование закономерностей передвижения воды в почве при капельном орошении садов в условиях Молдавии: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / И.Н. Балцату. – Москва, 1979. – 20 с.
24. Барабаш О.Ю. Овочівництво: [підручник] / О.Ю. Барабаш. – Київ: Вища школа, 1994. – 374 с.
25. Барабаш О.Ю. Довідник овочівника / О.Ю. Барабаш, П.С. Семенчук. – Львів: Каменяр, 1985. – 208 с.
26. Бахчевые культуры / А.О. Лымарь, А.Я. Кашеев, В.П. Диденко, Т.В. Диденко, В.И. Кныш; под ред. А.О. Лымаря. – Херсонская селекционная опытная станция бахчеводства УААН. – К.: Аграрная наука, 2000. – 330 с.
27. Бекмаматов А.А. Особенности режимов капельного орошения и водопотребление на урожайность различных сортов сои на светло-каштановых почвах Правобережья реки Волги: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель / А.А. Бекмаматов. – Волгоград, 2010. – 23 с.
28. Белик О.А. Технология возделывания сои на семена при капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель / О.А. Белик. – Волгоград, 2009. – 23 с.
29. Белик В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве / В.Ф. Белик, Р.А. Андреева, Кособоков Г.И. – М., 1970 – 210 с.
30. Березовська С.П. Підвищення якості винограду шляхом оперативного управління його водним режимом при мікрозрошенні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.08 – виноградарство / С.П. Березовська. – Ялта, 2000. – 22 с.

31. Березовская С.П. Комплексная система автоматического управления орошением / С.П. Березовская // *Виноград*. – 2010. – № 10. – С. 51-52.
32. Берзина С.В. Экомаркировка и земледелие / С.В. Берзина // *Хімія, Агрономія, Сервіс*, – 2007. – № 6 (226). – С. 22.
33. Божко Л.Е. Агроклиматические условия возделывания сладкого перца и баклажан в Украине. / Л.Е. Божко, Омар Фарид // *Межвед. научн. сб. Украины. – Метеорология, климатология и гидрология*. – Одесса. – 1999. – Вып. 34. – С. 124-130.
34. Бойко М.С. Двоврожайна культура картоплі на зрошенні / М.С. Бойко. – Одеса: Маяк, 1976. – 135 с.
35. Бойко Н.С. Ранний картофель на орошении / Н.С. Бойко // *Картофель и овощи*. – 1979. – № 2. – С. 10-12.
36. Бойко Н.С. Индустриальная технология раннего картофеля на орошении / Н.С. Бойко // *Картофель и овощи*. 1981. – № 5 – С. 8-10.
37. Болотин А.Г. Второй хлеб – овощам голова (Капельное орошение картофеля в Волгоградской области) / А.Г. Болотин [и др.] // *Поле деятельности*. – 2013. – № 10. – С. 81-82.
38. Болотских А.С. Овощи Украины / А.С. Болотских – Х. : Орбита, 2001. – 1088 с.
39. Болотських О.С. Методика біоенергетичної оцінки технології в овочівництві / О.С. Болотських, М.М. Довгаль. – Харків: ДАУ ім. В.В. Докучаєва, 1999. – 28 с.
40. Болотських О.С. Водний режим огірків при зрошенні / О.С. Болотських // *Зрошуване землеробство*. – К.: Урожай. – 1971. – Вип. 12. – С. 43-47.
41. Болотських О.С. Виробництво овочів в умовах зрошення / О.С. Болотських, Є.М. Горбатенко, С.П. Дудник. – К.: Урожай, 1972. – 176 с.
42. Бондарчук В.А. Исследование оптимальных параметров увлажнения при капельном способе полива / В.А. Бондарчук // *Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Итоги исследований, современное состояние внутрпочвенного*

- и капельного орошения и перспективы их использования». – Симферополь, 1977. – С. 122-123.
43. Борисов В.Я. Лук при орошении / В.Я. Борисов, В.Ф. Васецкий // Картофель и овощи. – 1968. – № 3. – С. 18-22.
44. Бородычев В.В. Капельное орошение сои в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.В. Шуравилин // АгроXXI. – 2008. – № 1-3. – С. 42-43.
45. Бородычев В.В. Соя при дождевании и капельном орошении / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.И. Шульц, Д.А. Пахомов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – № 02. – С. 48-49.
46. Боровой Е.П. Функционирование соевого симбиоза при капельном орошении на тяжелосуглинистых почвах / Е.П. Боровой, О.А. Белик, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Плодородие. – 2009. – № 2 (47). – С. 33-34.
47. Бородычев В.В. Капельное орошение сои / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.А. Диденко. – Волгоград: Панорама, 2006. – 168 с.
48. Бородычев В.В. О возможности капельного орошения сои / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Пути повышения эффективности использования орошаемых земель: Сборник научных трудов ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 32-37.
49. Бородычев В.В. Затраты на выращивание перца и баклажана в тоннелях при капельном орошении окупаются за один год / В.В. Бородычев // Картофель и овощи. – 2010. – № 02. – С. 13-14.
50. Бородычев В.В. Водопотребление репчатого лука при капельном орошении / В.В. Бородычев, В.В. Выборнов // Вопросы мелиорации. – ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М. – 2007. – № 5-6. – С. 30-32.
51. Бородычев В.В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука / В.В. Бородычев, В.С. Казаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 31-33.
52. Бородычев В.В. Обоснование параметров системы капельного орошения и удобрения сахарной кукурузы / В.В. Бородычев, В.В. Брижак, М.Н. Лытов

// Плодородие. – 2008. – № 02. – С. 28-29.

53. Бородычев В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур / В.В. Бородычев. – Коломна: ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.

54. Бородычев В.В. Орошение и удобрение сахарной кукурузы / В.В. Бородычев, В.В. Брижак // Плодородие. – 2007. – № 4. – С. 42-43.

55. Бородычев В.В. Мелкодисперсное дождевание картофеля / В.В. Бородычев // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – № 6. – С. 75-78.

56. Бородычев В.В. Мелкодисперсное дождевание в Заволжье / В.В. Бородычев, В.И. Генералов, М.Ю. Храбров, Н.М. Лытов // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – № 7. – С. 43-46.

57. Брижак В.В. Режимы капельного орошения и удобрение сахарной кукурузы / В.В. Брижак // Сборник научных докладов 6-й международной школы молодых ученых «Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства». – Волгоград, 2006. – С. 69-72.

58. Брижак В.В. Капельное орошение сахарной кукурузы в сухостепной зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель / Брижак Виталий Викторович. – Волгоград, 2008. – 222 с.

59. Бочарникова О.В. Продуктивность сладкого перца при капельном орошении в зависимости от применения минеральных удобрений / О.В. Бочарникова, В.С. Бочарникова // Вопросы мелиорации. – 2007. – № 1-2. – С. 49-51.

60. Бугаєва І.П. Культура картоплі на півдні України / І.П. Бугаєва, В.С. Сніговий. – Херсон: ХДПУ, 2002. – 175 с.

61. Булаткин Г.А. Энергетическая эффективность земледелия и агросистем: взаимосвязи и противоречия / Г.А. Булаткин, В.В. Ларионов // Агрехимия. – 1997. – № 3. – С. 63-68.

62. Булигін Д.О. Вплив режимів зрошення та густоти стояння рослин на продуктивність середньостиглих сортів сої в південному регіоні України:

- автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / Д.О. Булигін. – Херсон, 2014. – 20 с.
63. Буряк столовий. Технологія вирощування на краплинному зрошенні / В.В. Васюта, Ю.О. Люта, Н.П. Косенко, Ю.О. Степанов та ін. – Херсон: ВЦ ІЗПР НААН України, 2010. – 16 с.
64. Буряки цукрові. Методи відбирання та готування проб коренеплодів для визначання технологічних показників їхньої якості: ДСТУ 4984:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 5 с. – (Національні стандарти України).
65. Бутов В.М. Вплив мінеральних добрив та способів їх внесення на продуктивність цукрових буряків в умовах краплинного зрошення / В.М. Бутов, Н.І. Коцюрубенко, В.М. Оглобліна // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграрних наук України. – К.: 2013. – Вип. 19. – С. 15-19.
66. Бутов В.М. Енергетична ефективність вирощування цукрових буряків при краплинному зрошенні / В.М. Бутов, Н.І. Коцюрубенко // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили]. Серія: «Екологія»: наук. журн. – Миколаїв, 2015. – Том 256, № 244. – С. 25-28.
67. Бутов В.М. Вплив режимів живлення і зрошення на урожай і якість коренеплодів цукрових буряків у південній зоні України: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / Бутов Василь Миколайович. – Херсон, 2006. – 167 с.
68. Бутов В.М. Вплив основного добрива на урожайність цукрового буряка в умовах зрошення / В.М. Бутов, В.О. Поруднєєв // Зрошуване землеробство. Міжвід. темат. наук. збірник. – 2009. – Вип 51. – С. 75-78.
69. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – 260 с.
70. Ванеян С.С. Орошение овощных культур / С.С. Ванеян, А.Ф. Вишнякова // Картофель и овощи. – 2001. – № 3. – С. 29–30.

71. Ванеян С.С. Эффективность полива овощных культур малыми нормами / С.С. Ванеян // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 02. – С. 10-12.
72. Васецький В.Ф. Режим зрошення і водоспоживання ріпчастої цибулі в Криму / В.Ф. Васецький // Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1971. – Вип. 11. – С. 65-69.
73. Васильев В.И. Сравнение математических моделей тепломассопереноса в почвогрунтах / Васильев В.И., Данилов Ю.Г. // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Т. 10, № 4, – 2013, С. 5-10.
74. Васюта В.В. Ефективність мікрозрошення овочевих культур відкритого ґрунту в умовах півдня України / В.В. Васюта // Проблеми гідромеліорації в Україні / Матеріали наукової конференції. Дніпропетровськ, 1996. – С. 10-12.
75. Васюта В.В. Сумарне водоспоживання та випаровування томата за різних способів поливу та глибини розрахункового шару у південному регіоні України / В.В. Васюта // Вісник аграрної науки. – 2016. – № 1 – С. 35-37.
76. Васюта В.В. Вплив біологічної та хімічної меліорацій на властивості ґрунтової кірки та сходи томату / В.В. Васюта, Д.О. Крупіца // Таврійський науковий вісник. – 2001. – Вип. 18. – С. 182-185.
77. Васюта В.В. Вплив хімічних меліорантів та сидератів на водно-фізичні властивості темно-каштанового ґрунту та продуктивність томатів в умовах зрошення слабомінералізованими водами / В.В. Васюта, Д.О. Крупіца // Зрошуване землеробство. – 2001. – Вип. 42. – С. 65-70.
78. Васюта В.В. Водоспоживання томата за різних способів поливу в південному регіоні України / В.В. Васюта // Комплексні меліорації ландшафтів: стан, проблеми, перспективи: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практич. конф., 24-26 квітня 2013 р. – Херсон, 2013. – С. 80-82.
79. Васюта В.В. Водоспоживання огірка за різних способів поливу в південному регіоні України / В.В. Васюта // Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів: зб. матер. науково-практичної конф., Херсон, 2012. – 34 с.

80. Васюта В.В. Сумарне водоспоживання огірка за різних способів поливу в південному регіоні України / В.В. Васюта // Водні ресурси України меліорація земель: міжнар. наук.-практич. конф., 22 березня 2013 р. Київ, 2013. – С. 23-24.
81. Васюта В.В. Сумарне та середньодобове випаровування рослин огірка за різних способів поливу як функція температури / В.В. Васюта // Меліорація і водне господарство. – 2013. – Вип. 100 Т.1. – С. 63-72.
82. Васюта В.В. Оптимізація зрошуваної норми огірка за краплинного зрошення та дощування на основі моделі «урожайність – вологозабезпеченість» / В.В. Васюта // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття (до 85-річчя ІВПіМ) : мат. II науко-практич. конф., Київ, 2014. – С. 53-55.
83. Васюта В.В. Водоспоживання цибулі ріпчастої на краплинному зрошенні в південному регіоні України / В.В. Васюта, О.В. Журавльов // Зрошуване землеробство. Міжвід. темат. наук. збірник. – 2009. – Вип 52. – С. 10-15.
84. Васюта В.В. Влияние предполивных уровней влажности почвы и густоты растений на ростовые процессы лука (*Allium cepa* L.) при капельном орошении в южной Степи Украины / В.В. Васюта, А.П. Шатковский, А.В. Журавлев // Проблемы современной науки и образования – Problems of modern science and education, №. 9 (39), Москва – 2015. – С. 71-77.
85. Васюта В.В. Суммарное испарение, коэффициенты водопотребления столовой свеклы при капельном орошении в условиях южной Степи Украины / В.В. Васюта // Проблемы современной науки и образования – Problems of modern science and education, №. 8 (38), Москва – 2015. – С. 45-49.
86. Васюта В.В. Технология выращивания свеклы столовой / В.В. Васюта, Ю.А. Люта // Овощеводство. – 2005. – № 3. – С. 79-84.
87. Васюта В.В. Коефіцієнт водоспоживання цибулі ріпчастої за умов краплинного зрошення / В.В. Васюта, О.В. Журавльов // Зрошуване

землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – Вип. 56. – С. 120-125.

88. Васюта В.В. Интенсивная технология выращивания лука репчатого в степной зоне Украины / В.В. Васюта, Ю.А. Люта, А.Н. Федорченко // Овощеводство. – 2004. – №11-12. – С. 37-39.

89. Выборнов В.В. Режимы капельного орошения и дозы минерального питания репчатого лука на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02 – «мелиорация, рекультивация и охрана земель» / В.В. Выборнов. – Саратов, 2008. – 23 с.

90. Выборнов В.В. Применение систем капельном орошения для выращивания лука на репку в условиях Нижнего Поволжья / В.В. Выборнов // Вопросы мелиорации. – ЦНТИ «Мелиоводинформ». – М. – 2006. – № 7-8. – С. 72-77.

91. Виробництво цукристих продуктів / [М.М. Ярчук, В.В. Хареба, І.В. Кузнецов, Н.О. Лукашенко] // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 9 – С. 54-57.

92. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Е.Г. Дегодюка. – К.: Урожай, 1992. – 320 с.

93. Вирощування огірка на продовольчі цілі з використанням краплинного зрошення в умовах Лівобережного Лісостепу України (методичні рекомендації) / О.Д. Вітанов, М.І. Ромащенко, Г.І. Яровий, С.О. Кирюхін, Л.Є. Плужнікова, Л.М. Урюпіна. – Харків: ЮБ УААН, 2006. – 12 с.

94. Вишневський В.І. Зміни клімату та їх вплив на умови сільськогосподарського виробництва / В.І. Вишневський, С.А. Шевчук // Меліорація і водне господарство: Міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 102. – К.: Вид-во ВП «Едельвейс», 2015. – С. 101-108.

95. Вишневский В.И. Климат Херсона / В.И. Вишневский [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.meteoprogram.ua/ru/climate/Kherson/>

96. Вишневський В.І. Сонце обрало Україну / В.І. Вишневський, О.О. Косовець // газета «Урядовий кур'єр». – № 244 (5618) – К.: 29 грудня 2015. – С. 2.
97. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 470 с.
98. Витанов Д.Р. Влияние орошения на урожай лука-репки в условиях Лесостепи Украины / Д.Р. Витанов, С.А. Дудник // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1967. – № 5. – С. 85-88.
99. Витанов Д.Р. Полив лука в Лесостепи Украины / Д.Р. Витанов, С.А. Дудник // Картофель и овощи. – 1963. – № 5. – С. 24-25.
100. Вітанов О.Д. Економічна ефективність вирощування моркви на продовольчі цілі у Лівобережному Лісостепу України / О.Д. Вітанов, Л.Л. Герман, С.О. Кирюхін // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 4. – С. 94-96.
101. Вожегова Р.А. Картопля на півдні України / Р.А. Вожегова, П.В. Писаренко, Г.С. Балашова // Пропозиція. – 2014. – № 3. – С. 100-102.
102. Вожегова Р.А. Порівняльна оцінка різних способів поливу цукрових буряків в умовах Півдня України / Р.А. Вожегова, П.В. Писаренко, В.Г. Пілярський // Агроном. – 2013. – № 3 (41). – С. 158-160.
103. Вожегова Р.А. Ефективність застосування краплинного зрошення на Півдні України за вирощування соняшнику / Р.А. Вожегова, А.М. Коваленко, // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття. – Київ, 2014. – С. 29-30.
104. Войлошникова Н.А. Кам'янсько–Дніпровський район / Н.А. Войлошникова, В.І. Глущенко // Географічна енциклопедія України. – К.: 1990. – Т. 2. – С. 99.
105. Галич М. Технологические особенности производства картофеля на капельном орошении / М. Галич, С. Кушнарєв, А. Мордик // Техніка АПК. – 2007. – 2007. – № 10. – С. 17-19.

106. Гамаюн И.М. Испарение воды и урожай лука из семян / И.М. Гамаюн // Картофель и овощи. – 1983. – № 7. – С. 25-26.
107. Гамаюнова В.В. Разработка и усовершенствование системы удобрения основных культур на орошаемых землях Юга Украины: дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Гамаюнова Валентина Васильевна, Институт орошаемого земледелия УААН. – Херсон, 1994. – 368 с.
108. Гамаюнова В.В. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения / В.В. Гамаюнова, И.Д. Филипьев // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 5. – С. 15-20.
109. Гамаюнова В.В. Влияние орошения и режима питания на водопотребление и урожайность лука репчатого / В.В. Гамаюнова, Ю.В. Задорожний // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – № 3 (19), Новочеркасск – 2015. – С. 40-50.
110. Гарин К.С. К вопросу определения сроков полива по концентрации клеточного сока / К.С. Гарин // Биологические основы систем орошаемого земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – Сб. статей. – С. 157-163.
111. Гармашов В.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні / В.В. Гармашов, О.В. Фомічова // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 7. – С. 11-16.
112. Гарюгин Г.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур / Г.А. Гарюгин. – М.: Колос, 1979. – 267 с.
113. Гарюгин Г.А. Об оптимальной влажности почв / Г.А. Гарюгин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1979. – № 7. – С. 94-97.
114. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / редколегія: О.М. Маринич (відпов. ред.) та ін. – К.: «Українська радянська енциклопедія» ім. М.П. Бажана – Том 3. – 1993 – 480 с.
115. Гізбуллін Н.Г. Краплинному зрошенню в буряківництві наука говорить «Так!» / Н.Г. Гізбуллін, Л.С. Андреева, В.А. Доронін, І.А. Моргун // Цукрові буряки. – 2014. – № 06 (102). – С. 6-8.

116. Глобус А.М. Почвенно-гидрофизическое обеспечение агроэкологических математических моделей. Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 428 с.
117. Глобус А.М. Экспериментальная гидрофизика почв / А.М. Глобус. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 355 с.
118. Гоголев А.І. Крапельне зрошення як ключовий елемент технологій в овочівництві / А.І. Гоголев // Агроогляд. – 2004. – № 12 (39). – С. 24-25.
119. Голованов А.И. Основы капельного орошения (теория и примеры расчётов) / А.И. Голованов, Е.В. Кузнецов. – Краснодар, 1996. – 96 с.
120. Голованов А.И. Математическая модель переноса влаги и растворов солей в почвах на орошаемых землях / Голованов А.И., Новиков О.С. // Труды МГМИ. – М.: 1974. – 6 с.
121. Гончаренко В.Ю. Краплинне зрошення овочів та картоплі / В.Ю. Гончаренко // Плантатор. – 2014. – № 4. – С. 22-24.
122. Гончаров Ф.И. Эффективность капельного орошения кукурузы / Ф.И. Гончаров, П.В. Мацко // Орошаемое земледелие: Республиканский межведомственный тематический научный сборник. – К.: Урожай, 1987. – Вып. 32. – С. 32-34.
123. Горбатенко Є.М. Деякі питання розвитку та урожайності цибулі-ріпки залежно від вологозабезпеченості рослин / Є.М. Горбатенко, О.Я. Скрипников // Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1977. – Вип. 22. – С. 59-62.
124. Горбатенко Є.М. Поливний режим ріпчастої цибулі при однорічній культурі в умовах Півдня України / Є.М. Горбатенко, В.Ф. Ліньков, Л.В. Базилевська // Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1973. – Вип. 15. – С. 72-75.
125. Горбатенко Е.М. Выращивание ранних овощей и картофеля на юге Украины в условиях орошения / Е.М. Горбатенко, О.Г. Аброшина, А.А. Ахриченко, Г.П. Овчинникова // Орошаемое земледелие. Киев, 1968. – Вып. V. – С. 89-92.

126. Горбатенко Є.М. Концентрація кліткового соку листа помідорів як об'єктивний показник водозабезпеченості рослин / Є.М. Горбатенко // Використання зрошуваних земель. – К.: Урожай. – 1965. – С. 33-36.
127. Горбатенко І.Ю. Основи наукових досліджень / І.Ю. Горбатенко. – К.: Вища школа, 2001. – 92 с.
128. Гордеев В.Б. Технология капельного орошения овощных культур. /В.Б. Гордеев, Г.Ю. Шейкин, А.Е. Кочнов // Труды ВНИИГиМ, 1979. – С. 6-9.
129. Горюнов Н.С. Режим орошения сахарной свеклы в условиях Казахстана / Н.С. Горюнов, Р.А. Кван, И.В. Данильченко // Гидротехника и мелиорация. – 1964. – № 7. – С. 11-16.
130. Горюнов Н.С. Определения сроков полива кукурузы по физиологическим показателям / Н.С. Горюнов // Кукуруза. – 1960.– № 12. – С. 20-23.
131. Горянский М.М. Методика полевых опытов на орошаемых землях / М.М. Горянский. – К.: Урожай, 1970. – 84 с.
132. Грановська Л.М. Обґрунтування досліджень з питань засолення та осолонцювання ґрунтів при застосуванні краплинного зрошення мінералізованими водами / Л.М. Грановська, О.Є. Тетьоркіна // Таврійський науковий вісник. Збірник наукових праць ХДАУ. – Вип. 44. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 188-190.
133. Григоров М.С. Капельное орошение картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / М.С. Григоров, В.М. Жидков, В.В. Захаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 3. –С. 29-30.
134. Григоров М.С. Ресурсосберегающий режим капельного орошения при выращивании картофеля / М.С. Григоров, В.М. Жидков, В.В. Захаров // Аграрная наука. – 2011. – № 5. – С. 20-22.
135. Григоров М.С. Дифференцированный режим орошения картофеля при капельном поливе / М.С. Григоров // Картофель и овощи. – 2009. – № 9. – С. 19-20.

136. Григоров С.М. Повышение продуктивности баклажанов при дождевании / С.М. Григоров, А.Д. Ахмедов, И.А. Давыдов // Труды Кубанского государственного аграрного университета: серия Агроинженер. – 2008. – № 2 – С. 31-33.
137. Громова Н.К. Определение срока полива овощных культур по концентрации клеточного сока / Н.К. Громова // Труды БелНИИМивХ. – 1978. – Том 26. – С. 97-103.
138. Губер К.В. Выращивание ранних баклажанов с использованием тоннельных укрытий / К.В. Губер, Е.В. Шенцева, Ю.Д. Губаюк // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 36-39.
139. Губин В.К. Внутрипочвенно-капельное орошение томатов / В.К. Губин, Г.Ю. Шейкин, Б.М. Крейдик // Экспресс-информация. Серия 1, Вып. 2, М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1979. – С. 3-9.
140. Гуренко В.А. Производство ранней продукции баклажан при капельном орошении / В.А. Гуренко, Е.И. Шенцева // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 50-52.
141. Грунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114:2002. – [Чинний від 2003.01.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 7 с. (Національні стандарти України).
142. Грунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей: ДСТУ Б В.2.1 – 17:2009. – [Чинний від 2010.10.01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 36 с. (Національні стандарти України).
143. Грунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115:2002. – [Чинний від 2003.01.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 10 с. (Національні стандарти України).
144. Давыдов И.А. Дифференцированный режим орошения и водопотребления баклажана в условиях Волго-Донского междуречья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02 –

мелиорация, рекультивация и охрана земель / И.А. Давыдов. – Волгоград, 2009. – 22 с.

145. Даніліна А.С. Вплив густоти рослин цибулі ріпчастої на урожайність в умовах краплинного зрошення Північного Степу України / А.С. Даніліна, О.Л. Семенченко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – Вип. 2 (72). – С. 112-115.

146. Деклараційний патент на корисну модель № 88997 «Спосіб вирощування перцю солодкого при краплинному зрошенні» / Лимар В.А., Шатковський А.П., Наумов А.О. (Україна). – Заявл. 21.10.2013. Опубл. 10.04.2014 р., Бюл. № 7.

147. Деклараційний патент на корисну модель № 89002 «Спосіб вирощування баклажанів при краплинному зрошенні» / Лимар В.А., Шатковський А.П., Наумов А.О. (Україна). – Заявл. 21.10.2013. Опубл. 10.04.2014 р., Бюл. № 7.

148. Деклараційний патент на корисну модель № 57728 Україна «Спосіб вирощування цибулі ріпчастої при краплинному зрошенні» / Лимар В.А., Наумов А.О., Гамаюнова В.В., Задорожній Ю.В. (Україна). – № u 2010 09907; заявл. 09.08.10; опубл. 10.03.11, Бюл. № 5.

149. Деклараційний патент на корисну модель № 581737 «Спосіб вирощування насіння буряка столового з використанням краплинного зрошення» / Вітанов О.Д., Томах Є.О. (Україна). – Заявл. 19.07.2010. Опубл. 11.04.2011 р., Бюл. № 7.

150. Деклараційний патент на корисну модель № 95045 «Спосіб вирощування валеріани лікарської за краплинного зрошення» / Шатковський А.П., Губаньов О.Г., Приведенюк Н.В. (Україна). – Заявл. 21.06.2015. Опубл. 10.04.2016 р., Бюл. № 4.

151. Деклараційний патент на корисну модель № 13961 Україна, МПК А01В 79/00. Спосіб вирощування моркви при мікрозрошенні. Ромашенко М.І., Корюненко В.М., Шатковський А.П. (Україна). –

№ 2005 11151. Заявл. 24.11.2005; Опубл. 17.04.2006., Бюл. Промислова власність № 4.

152. Деклараційний патент на корисну модель № 20014 Україна, МПК А01В 79/02. Спосіб внесення гербіцидів при мікродощуванні моркви. Ромашенко М.І., Корюненко В.М., Мельничук Ф.С., Шатковський А.П. (Україна). – № 2006 06223. Заявл. 05.06.2006. Опубл. 15.01.2007., Бюл. промислова власність № 1.

153. Деклараційний патент на корисну модель № 7690 «Спосіб вирощування перцю солодкого і баклажанів безрозсадним способом при краплинному зрошенні на легких супіщаних ґрунтах» / Лимар А.О., Лимар В.А., Жарінов В.І., Шабунін І.М. (Україна). – Заявл. 27.07.2004. Опубл. 15.07.2005 р., Бюл. № 7.

154. Деклараційний патент на корисну модель № 64352 «Спосіб вирощування перцю солодкого в плівковій теплиці при краплинному зрошенні на піщаних ґрунтах» / Лимар В.А., Довбня Д.С. (Україна). – Заявл. 14.03.2011. Опубл. 10.11.2011 р., Бюл. № 21.

155. Деклараційний патент на корисну модель № 43374 Україна, МПК А 01 В 79/00. Спосіб вирощування цибулі ріпчастої при краплинному зрошенні / Журавльов О.В., Васюта В.В.; заявник і патентовласник Інститут землеробства південного регіону. – №u2009-03265; заявл. 06.04.2009; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 15.

156. Деклараційний патент на корисну модель № 36025. Україна, МПК (2006) А01В 79/00. «Спосіб меліорації темно-каштанових ґрунтів в умовах краплинного зрошення водами підвищеної мінералізації при вирощуванні цибулі-ріпки» / Б.І. Чергінець, В.Є. Дишлок, Т.А. Мелашич, А.В. Мелашич; заявник і патентовласник Інститут землеробства південного регіону УААН. – № u 2008 06263; заявл. 12.05.2008; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19.

157. Деклараційний патент на корисну модель № 78549 «Спосіб вирощування томатів для переробки» / Ромашенко М.І., Шатковський А.П.,

Черевичний Ю.О. (Україна). – Заявл. 22.08.2012. Опубл. 25.03.2013 р., Бюл. № 6.

158. Декларацийний патент на корисну модель № 69724 «Спосіб вирощування кавуна при краплинному зрошенні» / Лимар А.О., Кащеев О.Я. (Україна). – Заявл. 25.11.2003. Опубл. 15.09.2004 р., Бюл. № 9.

159. Декларацийний патент на корисну модель № 67377 «Спосіб вирощування кавуна в баштанному парі, який використовується як попередник пшениці озимої» / Лимар А.О., Книш В.І. (Україна). – Заявл. 10.05.2003. Опубл. 15.06.2004 р., Бюл. № 6.

160. Декларацийний патент на корисну модель № 88983 «Спосіб вирощування баклажана в плівковій теплиці при краплинному зрошенні» / Лимар В.А., Довбня Д.С., Брага С.В. (Україна). – Заявл. 18.10.2013. Опубл. 10.04.2014 р., Бюл. № 7.

161. Декларацийний патент на корисну модель № 9657 «Спосіб вирощування ранньої картоплі при краплинному зрошенні на легких супіщаних ґрунтах» / Лимар В.А., Шабунін І.М., Лимар А.О. (Україна). – Заявл. 27.06.2004. Опубл. 17.10.2005 р., Бюл. № 7.

162. Декларацийний патент на корисну модель № 95045 «Спосіб вирощування кукурудзи на зерно при краплинному зрошенні» / Ромашенко М.І., Шатковський А.П. (Україна). – Заявл. 21.06.2015. Опубл. 10.04.2016 р., Бюл. № 2.

163. Декларацийний патент на корисну модель № 95045 «Спосіб вирощування сої на насіння при краплинному зрошенні» / Ромашенко М.І., Шатковський А.П. (Україна). – Заявл. 21.06.2015. Опубл. 10.04.2016 р., Бюл. № 2.

164. Демидов О.А. Соеві амбіції України / О.А. Демидов, В.Ф. Петриченко, В.І. Січкач, В.Н. Тимченко // Аграрний тиждень. Україна. – 2008. – № 34-36 (075-077). – С. 9-12.

165. Демина К.И. Капельное орошение – метод увеличения производства с.-х. культур за рубежом / К.И. Демина // Мелиорация и водное хозяйство за рубежом. – 1970. – № 1. – С. 22-24.
166. Державний реєстр сортів рослин придатних для вирощування в Україні на 2015 рік / Державна ветеринарна та фітосанітарна служба. – К., 2015. – 324 с.
167. Дзекунов И.Е. Термодинамические методы изучения водного режима зоны аэрации / И.Е. Дзекунов, И.Е. Жернов, Б.А. Файбищенко. – М. – Недра. – 1987. – 177 с.
168. Дзюбецький Б.В. Режими зрошення самозапилених ліній кукурудзи у південному Степу України / Б.В. Дзюбецький, В.А. Писаренко, Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник. – 2002. – Вип. 23. – С. 64-68.
169. Дишлюк В.Є. Ефективність хімічної меліорації в умовах краплинного зрошення при вирощуванні цибулі ріпчастої / В.Є. Дишлюк // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 8. – С. 53-56.
170. Диденко А.А. Водопотребление и продуктивность сои при капельном орошении в условиях Волго-Донского междуречья: дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09, 06.01.02. / Диденко Александр Александрович. – Волгоград, 2005. – 217 с.
171. Дідковська Л.І. Еколого-економічні аспекти впровадження мікрозрошення / Л.І. Дідковська // Економіка АПК. – 2013. – № 10. – С. 98-104.
172. Довбня Д.С. Перец в теплице. Технология выращивания перца сладкого на Юге Украины / Д.С. Довбня // Овощеводство. – 2011. – № 06 (78) – С. 70 – 71.
173. Довгострокові стаціонарні польові досліді України. Реєстр атестатів / За ред. академіка УААН П.І. Коваленка, чл.-кор. УААН В.І. Кисіля, доктора с.-г. наук М.В. Лісокого. – Харків, 2006. – Вид. «Друкарня № 13». – 120 с.

174. Довідник із захисту рослин / Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильєв В.П. та ін.; За ред. Лісового М.П. – К.: Урожай, 1999. – 744 с.
175. Досвід виробництва та маркетингу овочів в Україні (результати досліджень проекту аграрного маркетингу в 2004-2005 рр.) // Сологуб Ю.І., Андрюшко А.Ю., Пономаренко І.М. та ін. Відповідальний за випуск Сологуб Ю.І. – К.: ППФ «Інфорт», 2006. – 384 с.
176. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
177. Доценко В.И. Разработка методики расчета почвенных влагозапасов и оптимизации режимов орошения кукурузы в условиях Днепропетровской области: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Доценко Виктор Иванович. – Днепропетровск, 1997. – 147 с.
178. Дубенок Н.Н. Функционирование соевого симбиоза при капельном орошении на тяжелосуглинистых почвах / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А. Белик // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 22-25.
179. Дубенок Н.Н. Выращивание баклажан при капельном орошении с использованием тоннельных укрытий для получения ранней продукции / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, Е.А. Стрижакова, Е.В. Шенцева, К.Б. Шумакова // Достижения науки и техники АПК. – 2012 – № 9 – С. 38-42.
180. Дубенок Н.Н. Капельное орошение и удобрение репчатого лука / [и др.] // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 45-49.
181. Дубенок Н.Н. Возделывание перспективных гибридов лука при капельном орошении / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, А.И. Болкунов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 10. – С. 18–21.
182. Дубенок Н.Н. Капельное орошение и удобрение репчатого лука / Н.Н. Дубенок, А.И. Болкунов // Вестник РАСХН. – 2008. – № 6. – С. 34–36.
183. Дубенок Н.Н. Урожайность и качество лука при капельном орошении в ранней культуре / Н.Н. Дубенок, М.П. Богданенко, В.В. Выборнов // Картофель и овощи. – 2011. – № 5. – С. 12-14.

184. Дубин Р.И. Ранние сорта картофеля для выращивания в аридной зоне при капельном орошении / Р.И. Дубин // Картофель и овощи. – 2012. – № 01. – С. 20.
185. Дубин Р.И. Выращивание раннего картофеля при капельном орошении в разных агроэкологических условиях аридной зоны: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.09 – растениеводство / Р.И. Дубин. – Астрахань, 2009. – 24 с.
186. Дубин Р.И. Элементы технологии выращивания раннего картофеля при капельном орошении / Р.И. Дубин// Опыт, проблемы, перспективы функционирования агропромышленного комплекса. Материалы III научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов. – Астрахань: Изд. Нова, 2005. – С. 44-46.
187. Дудник С.А. Орошение лука / С.А. Дудник, В.С. Щепак, Л.П. Черноус // Картофель и овощи. – 1983. – № 7. – С. 24-25.
188. Дудка В.В. Зернові культури на краплинному зрошенні / В.В. Дудка // Пропозиція. – 2013. – № 3-4 (213-214) – С. 72-82.
189. Дудка В.В. Экономика выращивания кукурузы на капельном орошении [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=4574>
190. Дудка В.В. Капельное орошение зерновых и технических культур [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=4321>
191. Дудка В.В. Новое в капельном орошении технических культур [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=5389>
192. Эдельштейн В.И. Овощеводство / В.И. Эдельштейн. – М.: Гос. изд. с.-х. литературы, 1953. – 487 с.
193. Енергетична оцінка агроєкосистем / [О.Ф. Смаглій, А.С. Малиновський, А.Т. Кардашов та ін.]. – Житомир: Волинь, 2004. – 132 с.

194. Енергетична оцінка затрат на вирощування овочевих рослин / З.І. Гризенкова, О.М. Гончаров, Р.В. Левіна [та ін.] // Овочівництво і баштанництво. Міжвід. темат. наук. збірник – 1996. – Вип. 41. – С. 9-13.
195. Енергетична оцінка системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації) / Інститут агроєкології і біотехнології УААН. – 2001. – К.: Нора-Принт. – 61 с.
196. Емельянов В.А. Способы измерения влажности почв при орошении / В. А. Емельянов // Гидротехника и мелиорация. – 1983. – № 2. – С. 56-60.
197. Єгоршин О.О. Планування і математична обробка багатofакторних дослідів / О.О. Єгоршин, М.В. Лісовий. – Харків, КП «Міська друкарня», 2009. – 32 с.
198. Жовтоног О.І. Обґрунтування моделей зв'язку «врожай-вологозабезпеченість» для оперативного планування зрошення / О.І. Жовтоног, Л.А. Філіпенко, Т.Ф. Деменкова // Меліорація і вод. госп-во. - 1998. – Вип. 85. – С. 14-20.
199. Жовтоног О.І. Принципи та методи планування адаптивного зрошення: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.02 / О.І. Жовтоног; Ін-т гідротехніки і меліорації УААН. – К., 2001. – 35 с.
200. Жовтоног О.І. Планування адаптивного екологічно безпечного зрошення / О.І. Жовтоног // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 12. – С. 62-64.
201. Журавльов О.В. Вплив режиму краплинного зрошення, густоти рослин і мікродобрива на продуктивність цибулі ріпчастої в Південному Степу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / О.В. Журавльов. – Херсон., 2011. – 16 с.
202. Журавльов О.В. Продуктивність цибулі ріпчастої за краплинного зрошення в Південному Степу / О.В. Журавльов // Збірник наукових праць національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». – 2011. – Вип. 1-2. – С. 177-184.

203. Журавльов О.В. Вплив режиму зрошення, густоти стояння та препарату Байкал ЕМ-1У на коефіцієнт використання фотосинтетичної активної радіації посівами цибулі ріпчастої при краплинному поливі в умовах Південного Степу / О.В. Журавльов // Зрошуване землеробство. Міжвід. темат. наук. збірник. – 2011. – Вип 55. – С. 111-115.
204. Журавльов О.В. Формування зон зволоження за краплинного зрошення цибулі ріпчастої на легкосуглинкових ґрунтах / О.В. Журавльов // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 63. – С. 67-73.
205. Заверталюк В.Ф. Вплив густоти рослин, доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність качанів кукурудзи цукрової / В.Ф. Заверталюк, О.П. Якунін // Овочівництво і баштанництво. Міжвід. темат. наук. збірник – Вип. 52. – С. 19-25.
206. Заверталюк О.В. Вологозабезпеченість посівів і врожайність качанів кукурудзи цукрової залежно від строків сівби та заходів контролювання забур'яненості / О.В. Заверталюк // Бюлетень Інституту зернового господарства степової зони НААН. – 2012. – № 03. – С. 80-83.
207. Заверюхин В.И. Возделывание сои на орошаемых землях / В.И. Заверюхин. – М.: Колос, 1981. – 158 с.
208. Закон України «Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України; Закон від 18.10.2005 р. № 2982-IV. –
Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2982-15>
209. Заришняк А.С. Вплив вологозабезпеченості на технологічні якості коренеплодів різних форм / А.С. Заришняк, Ю.С. Іоніцой // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 04. – С. 15-18.
210. Заришняк А.С. Хімічний склад коренеплодів буряків цукрових різних форм залежно від умов вологозабезпеченості ґрунту/ А.С. Заришняк, Ю.С. Іоніцой // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 09. – С. 23-26.

211. Заставний Ф.Д. Географія України / Ф.Д. Заставний. – Львів: «Світ», 1994. – 470 с.
212. Засуха Т.В. Біоенергетична оцінка технологій вирощування кормових і зернофуражних культур: методичні рекомендації / Т.Н. Засуха, М.М. Пономаренко та ін. – Київ: «Міжнародна фінансова агенція», 1998. – 22 с.
213. Земельні ресурси України / Під ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1998. – 150 с.
214. Земельні ресурси Херсонської області – базовий фактор регіональної економічної політики / За ред. В.А. Демьохіна. – К.: Аграрна наука, 2007. – 152 с.
215. Зернові та зернобобові зібрано на площі 14,4 млн. га / [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/19580>
216. Зинченко С. Капля или дождь? Капельное орошение и дождевание / С. Зинченко // Агроперспектива. – 2012. – № 10. – С. 28-33.
217. Золотов В.И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой экологии / В.И. Золотов. – Днепропетровск: Тип. «Новая идеология», 2010. – 274 с.
218. Зрошення. Внесення добрив з поливною водою в системах мікрозрошення. Загальні вимоги: ДСТУ 7937:2015. – [Чинний від 2016-09-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 12 с. – (Національні стандарти України).
219. Зрошення. Мікрозрошення. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 7704:2015 – [Чинний від 2016-08-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2015. — 18 с. — (Національні стандарти України).
220. Зрошення. Системи мікрозрошення. Класифікація: ДСТУ 7934:2015. – [Чинний від 2016-09-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 9 с. – (Національні стандарти України).
221. Зрошення. Строки та норми поливу сільськогосподарських культур за краплинного зрошення. Методи визначення: ДСТУ 7887:2015. – [Чинний від

- 2016-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 34 с. – (Національні стандарти України).
222. Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії: ДСТУ 7591:2014. – [Чинний від 2015-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 14 с.
223. Зрошення і осушення земель // За ред. С.М. Алпатьєва – К.: Урожай, 1971. – 320 с.
224. Зрошуване овочівництво / Дудник С.П., Антонов В.М., Сернецький В.М. та ін. / За ред. Дудника С.П. – К.: Урожай, 1983. – 168 с.
225. Зубець М.В. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах / М.В. Зубець, В.В. Медведєв, С.А. Балюк // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 10. – С. 5-8.
226. Зузик Т.Д. Экономика водного хозяйства: учебное пособие / Т.Д. Зузик. – М.: Колос, 1984. – 255 с.
227. Зузик Д.Т. Экономика водного хозяйства / Д.Т. Зузик. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 400 с.
228. Иванов Н.Н. Об определении величин испаряемости / Н.Н. Иванов // Известия ВГО. – 1954. – № 2, Т 86. – 189-196.
229. Ивенин В.В. Влияние капельного полива на биологическую активность почвы и урожай картофеля / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, С.П. Тихонов // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 34-35.
230. Ивенин В.В. Возделывание картофеля на капельном поливе: влияние на его пораженность болезнями и величину урожая / В.В. Ивенин // Агроном. – 2012. – № 01. – С. 162-163.
231. Изучение основных параметров капельного орошения: Хоздоговорной научный отчет / УкрНИИГиМ; Шифр № 120. – К., 1975. – 100 с.
232. Інтенсивні технології вирощування томатів за краплинного зрошення в умовах Півдня України (рекомендації) / Лимар В.А., Кашеев О.Я, Шатковський А.П. [та ін.] // ІВПіМ – ПІОБ НААН, Київ – Гола Пристань, 2012. – 118 с.

233. Информационно – советующая система управления орошением / под редакцией В.П. Остапчика /. – К.: Урожай, 1989. – 248 с.
234. Іоніцой Ю.С. Вплив режимів вологозабезпеченості на динаміку водного потенціалу листків буряків цукрових / Ю.С. Іоніцой // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 05. – С. 24-26.
235. Історія «NETAFIM™» / [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.netafim.com.ua/netafim-history>
236. Кавун, диня, гарбуз. Технологія вирощування. Загальні вимоги: ДСТУ 5045:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 15 с. – (Національні стандарти України).
237. Кавуни продовольчі свіжі. Технічні умови: ДСТУ 3805:1998. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1999. – 14 с. – (Національні стандарти України).
238. Казаченко В.С. Технология выращивания репчатого лука на капельном орошении / В.С. Казаченко, В.В. Бородычев // Картофель и овощи. – 2011. – № 2. – С. 8-10.
239. Калашник В.Ф. Технологічна оцінка плодів перцю солодкого залежно від способу зрошення / В.Ф. Калашник // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 4. – С. 47-49.
240. Калетнік Г.М. Крапельне зрошення – стабільність високих врожаїв / Калетнік Г.М. // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 12 (730). – С. 5-13.
241. Калинин А.Т. Отзывчивость сортов и гибридов сахарной свеклы на орошение / А.Т. Калинин, И.М. Никульников // Сахарная свекла. – 1996. – № 09. – С. 78-86.
242. Капелюха Т.А. Обґрунтування елементів технології краплинного зрошення картоплі весняного та літнього садіння в умовах Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.06 – сільськогосподарські меліорації / Т.А. Капелюха. – К., 2009. – 19 с.
243. Капелюха Т.А. Продуктивность картофеля на капельном орошении в условиях Юга Украины / Т.А. Капелюха, А.П. Шатковский // Материалы

Международной научно-практической конференции «*Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля*» 19 февраля 2015 года. – ФГБОУ ВПО РГАТУ, г. Рязань. – С. 119-124.

244. Капельное орошение. Пособие к СНиП 2.06.03-85 (21) «Мелиоративные системы и сооружения». – М.: В/О «Союзводпроект», 1985. – с. 196.

245. Карельсон А. Основные аспекты выращивания сахарной кукурузы / А. Карельсон // Овощеводство. – 2011. – № 04 (76). – С. 22-24.

246. Карпук Л.М. Біологічні та технологічні основи інтенсифікації виробництва буряків цукрових у Правобережному Лісостепу України: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 – рослинництво / Л.М. Карпук. – К., 2015. – 44 с.

247. Карпук Л.М. Продуктивность различных биологических форм сахарной свеклы в зависимости от метеорологических факторов / Л.М. Карпук // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвященной 85-летию со дня рождения Л.Г. Боброва. – Алматы, 2013. – С. 258-262.

248. Карпук Л.М. Математичні моделі росту та розвитку рослин цукрових буряків залежно від кліматичних факторів / Л.М. Карпук, О.І. Присяжнюк // Цукрові буряки. – 2014. – № 06 (102). – С. 13-15.

249. Карпук Л.М. Перспективи виробництва біопалива із цукрових буряків / Л.М. Карпук // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – К., 2011. – Вип. 12. – С. 79-84.

250. Картопля. Вирощування в умовах краплинного зрошування. Загальні вимоги: ДСТУ 8510:2015. – [Чинний від 2017-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 10 с. – (Національні стандарти України).

251. Картопля продовольча. Технологія вирощування. Основні положення: ДСТУ 4506:2005. – [Чинний від 2006-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 18 с. – (Національні стандарти України).

252. Картофель свежий продовольственный, заготавливаемый и поставляемый. Технические условия: ГОСТ 7176-85. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с. – (Межгосударственный стандарт).
253. Келлер Дж. Проектирование систем капельного орошения. Первое издание. Перевод с английского № 76/578 / Дж. Келлер, Д. Кармели. – Киев: Укргипроводхоз, 1976. – с. 166.
254. Кирюхін С.О. Прийоми та елементи ресурсозберігаючої технології вирощування огірків за краплинного зрошення у Лісостепу України: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.06 / Інститут овочівництва і баштанництва УААН. – Х., 2007. – 170 с.
255. Кирюхін С.О. Схема розміщення та густина рослин огірка при вирощуванні в умовах краплинного зрошення / С.О. Кирюхін // Овочівництво і баштанництво: Міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 52. Харків: Магда, ЛТД, 2006. – С. 184-190.
256. Кирюхін С.О. Біоенергетична ефективність вирощування огірка за різних способів сівби у Лісостепу України / С.О. Кирюхін // Овочівництво і баштанництво. – 2010. – Вип. 56. – С. 8-12.
257. Кирюхін С.О. Вплив краплинного зрошення та локального внесення добрив на врожайність та якість плодів огірка / С.О. Кирюхін // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2007. – № 1. – С. 144-146.
258. Киселев А.Н. Сорные растения и меры борьбы с ними [Учебное пособие для с.-х. вузов] / А.Н. Киселев.. – М.: Колос, 1971. – 190 с.
259. Киселева Н.Н. Агротехника перца сладкого при капельном орошении / Н.Н. Киселева, В.Н. Бочаров, Г.Ф. Соколова // Картофель и овощи. – 2010. – № 04. – С. 9-10.
260. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко, К.: Вид-во Раєвського. – 2003. – 343 с.
261. Коваленко П.І. Прибутковість зрошення / П.І. Коваленко, Ю.О. Михайлов, В.І. Сатаєв, В.В. Гаскевич // Меліорація і водне господарство. – 2007. – Вип. 95. – С. 3-12.

262. Кожушко Н.С. Ефективність краплинного зрошення картоплі в Північно-Східному Лісостепу України / Н.С. Кожушко, П.В Савченко, М.М. Сахошко // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття. – Київ, 2014. – С. 44-46.
263. Коковіхін С.В. Планування та оперативне управління режимами зрошення самоzapилених ліній кукурудзи в умовах південного Степу України / С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. – Херсон: Айлант. – 2007. – Вип. 48. – С. 75-82.
264. Коковіхін С.В. Оптимізація режимів зрошення самоzapилених ліній кукурудзи за допомогою геоінформаційних систем / С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 52. – С. 148-155.
265. Коковіхін С.В. Залежність продуктивності кукурудзи на насіння від поливного режиму, добрив та густоти посіву рослин / С.В. Коковіхін // Меліорація і водне господарство : Міжвід. темат. наук. зб. – 1999. – Вип. – 86. – С. 38-41.
266. Коковіхін С.В. Теоретичні основи та агроєкологічне обґрунтування заходів оптимізації продукційних процесів рослин у зрошуваних агрофітоценозах Південного Степу України: автореф. дис ... д-ра с.-г. наук / спец. 06.01.09 – рослинництво / С.В. Коковіхін. – Херсон: 2010. – 37 с.
267. Коковіхін С.В. Вплив способів поливу на водоспоживання та продуктивність сої і картоплі в умовах південного Степу України / С.В. Коковіхін, О.І. Головацький // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 52. – С. 107-114.
268. Коковіхін С.В. Ефективність режимів зрошення різних за скоростиглістю сортів сої в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, В.І. Заверюхін, О.С. Суздаль // Таврійський науковий вісник. – 2009. – Вип. 65. – С. 135-144.
269. Коковіхін С.В. Водозберігаючий режим зрошення буряків цукрових в умовах нестійкого природного зволоження Степу України / С.В. Коковіхін, О.В. Зайчук // Перспектива: зб. наук. праць. – 2005. – Вип. 4. – С. 143-145.

270. Коковіхін С.В. Продуктивність і якість буряків цукрових при диференціації елементів технології вирощування в умовах зрошення південного степу України / С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 52 – С.127-138.
271. Коковіхін С.В. Динаміка продукційних процесів рослин буряків цукрових залежно від ступеню інтенсифікації зрошення та удобрення / С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 52. – С. 138-148.
272. Коковіхін С.В. Ефективність та актуальні проблеми краплинного зрошення на сучасному етапі світового землеробства / С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. – 2007. – Вип. 47. – С. 30-34.
273. Коковіхін С.В. Ріст і розвиток рослин кукурудзи на ділянках гібридизації в умовах зрошення півдня України / С.В. Коковіхін, В.Г. Пілярський, О.О. Пілярська // Зрошуване землеробство. – 2015. – Вип. 63. – С. 95-97.
274. Коковіхін С.В. Перспективи використання методу Пенмана-Монтейта для встановлення евапотранспірації в умовах зрошення Півдня України / С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. – 2010. Вип. 54. – С. 280-286.
275. Коковіхін С.В. Прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур та формування графіків поливів з використанням програми «CropWat» / С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. – 2011. – Вип. 55. – С. 298-303.
276. Колесников В.В. Особенности орошения сои дождеванием при близком залегании минерализованных вод на фоне дренажа: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / В.В. Колесников. – Херсон, 1986. – 24 с.
277. Комплексна механізація буряківництва: навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, М.Я. Дмитришак, Р.В. Шатров та ін. За ред. В.Д. Гречкосія, М.Я. Дмитришака. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2013. – 358 с.

278. Кононенко Ю.А. Продуктивність цукрового буряку в залежності від водозберігаючих режимів зрошення в умовах півдня України / Ю.А. Кононенко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових статей. – Херсон: Айлант, 1999. – Вип. 13. – С. 64-67.
279. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України / за наук. ред. Ромашенка М.І. – К., ІВПіМ. – вид. ЦП «Компринт», 2014. – 28 с.
280. Концепція розвитку мікрозрошення в Україні до 2020 року / Ромашенко М.І., Шатковський А.П., Рябков С.В. та ін. – К., ІВПіМ.: ТОВ «ДІА», 2012. – 20 с.
281. Коренеплоди цукрового буряку для промислового перероблення. Технічні умови: ДСТУ 4327:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 6 с. – (Національні стандарти України).
282. Коринец В.В. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении в Астраханской области [Текст]/ В.В. Коринец, В.Н. Лаптев, В.А. Шляхов и др. – Астрахань: Изд. «Новая», 2002. – 40 с.
283. Коринец В.В. Картофель при капельном орошении / В.В. Коринец, Р.И. Дубин // Сборник научных трудов «Проблемы научного обеспечения овощеводства Юга России». – Краснодар. – 2009. – С. 99-104.
284. Коринец В.В. Оценка технологического процесса возделывания картофеля при капельном орошении аридной зоны / В.В. Коринец, Р.И. Дубин // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 12. – С. 54-56.
285. Корюненко В.М., Мікрозрошування / В.М. Корюненко, М.І. Ромашенко // Географічна енциклопедія України. – К., 1990. – Т. 2. – С. 366.
286. Корюненко В.М. Краплинне зрошення овочевих та цінних технічних культур у відкритому ґрунті / В.М. Корюненко, О.Г. Матвієць, А.П. Шатковський, Т.А. Плотнікова // Таврійський науковий вісник: зб. наук. праць. – Вип. 39. Частина II. – Херсон: Айлант, 2005. – С. 182-185.

287. Косачов С.П. Вирощування дині сорту Тавричанка при краплинному зрошенні / С.П. Косачов, В.В. Фролов // Матер. міжнар. наук. конф. «Селекція і технологія вирощування баштанних культур». – Гола Пристань, 1996. – С. 102-104.
288. Косачов С.П. Вплив зрошення та добрив на продуктивність столового кавуну сорту Таврійський в умовах півдня України: дис... канд. с.-г. наук: 06.00.02 / Косачов Сергій Павлович. – Херсон, 1997. – 98 с.
289. Косачов С.П. Вплив зрошення і мінеральних добрив на врожай кавунів сорту Таврійський / С.П. Косачов // Матер. міжнар. наук. конф. «Селекція і технологія вирощування баштанних культур». – Гола Пристань, 1996. – С. 79-81.
290. Костяков А.Н. Основы мелиораций / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозиздат, 1951. – 750 с.
291. Кохно Н.О. Техника и режим капельного орошения роз в теплицах: дис. ... кандидата технических наук: 06.01.02 / Кохно Наталья Олеговна. – Новочеркасск, 2008. – 233 с.
292. Кравцова Г.М. Капельный полив / Г.М. Кравцова, Ф.И. Павлов, Г.М. Мустафаев // Картофель и овощи. – 1985. – № 1. – С. 33-34.
293. Краплинне зрошення / Навчальний посібник // за редакцією академіка НААН М.І. Ромашенка та професора А.М. Рокочинського – Рівне, НУВГП, 2015. – 298 с.
294. Крапельне зрошення: крапельні лінії та крапельниці // Овощеводство. – 2009. – № 2 (50). – С. 64-65.
295. Кружилин И.П. Водопотребление сои при капельном орошении / И.П. Кружилин, А.Г. Болотин, А.А. Бекмаматов // Международная конференция молодых ученых: сб. научн. Тр. НВНИИСХ. – 2008. – № 7. – С. 14-15.
296. Кружилин И.П. Капельное орошение сои в Волгоградской области / И.П. Кружилин, А.Г. Болотин, А.А. Бекмаматов // Вестник АПК. – 2009. – № 07. – С. 14-15.

297. Кружилин А.С. Выращивание овощных культур и картофеля при орошении / А.С. Кружилин // . – М.: Россельхозиздат, 1975. – 116 с.
298. Кружилин А.С. Биологические особенности орошаемых культур / А.С. Кружилин. – М.: Сельхозиздат, 1954. – 383 с.
299. Кузьмич А.О. Крапельне зрошення: до успіху з продукцією Netafim / А.О. Кузьмич, Д.В. Пуценко // Овощеводство. – 2012. – № 1. – С. 8-39.
300. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: монографія / [Ю.О. Лавриненко, Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко, В.Г. Найдьонов]. – Херсон: Айлант, 2011. – 467 с.
301. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: Монографія / [Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Найдьонов В.Г., Михаленко І.В.] ; за ред. член-кореспондента УААН Ю.О. Лавриненка. – Херсон: Айлант, 2009. – 428 с.
302. Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ 4525:2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с. – (Національні стандарти України).
303. Кукурудза цукрова свіжа (качани). Технічні умови: РСТ УРСР 297:1991. – [Чинний від 1992-01-01]. – К.: Держплан УРСР, 1992. – 10 с. – (Діючий. Стандарти на продукцію (послуги)).
304. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование (учебно-практическое издание) / Под общей ред. проф. Дитера Шпаара. – К.: Издательский дом «Зерно», 2012. – 464 с.
305. Кукурузу – на капельное орошение [Электронный ресурс]
/ Режим доступа: <http://fermer.org.ua/novosti/kukuruzu-na-kaapelnoe-oroshenie-13366.html>
306. Кулыгин В.А., Совершенствуя технологию выращивания картофеля при орошении / ВА Кулыгин, М.В. Евтухов, Р.Н. Райлян // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 48-49.
307. Курбанов С.А. Влияние капельного орошения на урожайность сортов сои в равнинной зоне Дагестана / С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова,

- Т.В. Рамазанова // Масличные культуры. – 2012. – Вып. 2 (151-152). – С. 30-32.
308. Лавриненко Ю.А. Способы полива картофеля на Юге Украины / Ю.А. Лавриненко, П.В. Писаренко // Научно-теоретический и практические журнал «Оралдын ғылым жаршысы» (Уральский научный вестник). – Республика Казахстан (г. Уральск): «Уралнаучкнига», 2014. – № 52 (131). – С. 61-66.
309. Лавриненко Ю.О. Наукове обґрунтування технології вирощування кукурудзи при краплинному способі поливу: монографія / Лавриненко Ю.О., Рубан В.Б., Михаленко І.В. – Херсон: Айлант, 2014. – 198 с.
310. Лавриненко Ю.О. Обґрунтування технології вирощування кукурудзи при краплинному способі поливу / Ю.О. Лавриненко, В.Б. Рубан // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Грінь Д.С., 2013. – Вип. 86. – С. 53-56.
311. Лавриненко Ю.О. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи при краплинному способі поливу / Ю.О. Лавриненко, В.Б. Рубан // Зрошуване землеробство. – Херсон: Айлант, 2013. – Вип. 60 – С. 118-120.
312. Лавриненко Ю.О. Динаміка накопичення сирі маси та сирі речовини рослинами кукурудзи при краплинному способі поливу / Ю.О. Лавриненко, В.Б. Рубан // Зрошуване землеробство. – Херсон: Айлант, 2014. – Вип. 61 – С. 124-126.
313. Лавриненко Ю.А. Продуктивность растений кукурузы при применении капельного полива в условиях Юга Украины / Ю.А. Лавриненко, В.Б. Рубан, И.В. Михаленко // Научно-теоретический и практические журнал «Оралдын ғылым жаршысы» (Уральский научный вестник). – Республика Казахстан (г. Уральск): «Уралнаучкнига», 2014. – № 1 (75). – С. 101-105.
314. Лавриненко Ю.О. Науково-практичні аспекти формування режимів зрошення гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах півдня України

- / Ю.О. Лавриненко, В.А. Писаренко, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко // Зрошуване землеробство. – 2008. – Вип. 50. – С. 23-31.
315. Лебідь Л.М. Повернення королеви полів / Л.М. Лебідь // Аграрний тиждень. Україна. – 2013. – № 14–15. – С. 22.
316. Лимар А.О. Баштаництво: навчальний посібник / А.О. Лимар. – Херсон: Айлант, 2005. – 220 с.
317. Лимар А.О. Вплив режимів зрошення, способів поливу та доз добрив на врожай цибулі ріпчастої в зоні Нижньодніпровських піщаних ґрунтів. // А.О. Лимар, В.А. Лимар, А.О. Наумов // Таврійський науковий вісник. Науковий журнал. – Херсон: Гринь Д.С. – 2012. – Вип. 80. Ч. 1. – С. 187-192.
318. Лимар А.О. Вплив густоти стояння рослин і схем сівби на продуктивність безрозсадних томатів / Лимар А.О., Богданов В.О. // Таврійський науковий вісник. – Вип. 37, 2005. – С. 13-18.
319. Лимар А.О. Вплив рівня мінерального живлення моркви столової на продуктивність, біохімічні та економічні показники / А.О. Лимар, А.О. Наумов // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. – Вип. 70. – Херсон: Айлант, 2010. – С. 46-51.
320. Лымарь А.О. Эффективность удобрений, орошения и предшественников / Лымарь А.О., Федоровский А.А. // Сахарная свёкла. – 1987. – № 2. – С. 26-28.
321. Лымарь А.О. В орошаемых условиях / Лымарь А.О., Федоровский А.А. // Сахарная свекла. – № 10. – 1987. – С. 22-23.
322. Лимар В.А. Вплив способу поливу, режимів зрошення, прийомів обробітку ґрунту на продуктивність арахісу в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 / В.А. Лимар. – К., 2004. – 17 с.
323. Лимар В.А. Водоспоживання арахісу при різних режимах зрошення і мінерального живлення / В.А. Лимар // Таврійський науковий вісник. – 2003. – Вип. 28. – С. 95-100.

324. Лимар В.А. Ефективність способів поливу арахісу в умовах супіщаних ґрунтів Нижньодніпров'я / В.А. Лимар // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 1. – С. 76-78.
325. Лимар В.А. Продуктивність арахісу при різних способах поливу, режимах зрошення і дозах мінеральних добрив / Лимар В.А. // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 12. – С. 76-78.
326. Лимар В.А. Ефективність прийомів догляду за посівами арахісу / Лимар В.А., Ревуцький О.Ю. // Таврійський науковий вісник. – 2001. – Вип. 19. – С.82-86.
327. Лимар В.А. Ефективність вирощування томата безрозсадного при краплинному зрошенні / В.А. Лимар, О.Я. Кашеев // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 1. – С. 52–57.
328. Лимар В.А. Вплив способів поливу на продуктивність моркви столової на супіщаних ґрунтах / В.А. Лимар, А.О. Наумов // Вісник аграрної науки. - 2010. – № 6. – С. 54-57.
329. Лимар В.А. Диференціація зон зволоження при вирощуванні овочевих і баштанних культур в умовах півдня України при різних способах зрошення / В.А. Лимар // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 119-122.
330. Лысогоров С.Д. Орошаемое земледелие / С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко. – М.: Колос, 1981. – 383 с.
331. Лысогоров С.Д. Влияние влажности почвы на развитие и продуктивность сои / С.Д. Лысогоров, В.С. Снеговой // Орошаемое земледелие. – К.: Урожай, 1968. – Вып. 3. – С. 71-74.
332. Лысогоров С.Д. Прогнозирование урожайности на орошаемых землях Украины /Лысогоров С.Д., Кириченко В.П.// Сахарная свёкла. – 1987. – № 12. – С. 18-22.
333. Лысогоров С.Д. Практикум по орошаемому земледелию / С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 42 с.

334. Лытов М.Н. Водопотребление сои при капельном орошении. / М.Н. Лытов, А.А. Диденко // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: материалы международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 117-119.
335. Лытов М.Н. Продуктивность и водопотребление сои при капельном орошении. / М.Н. Лытов, А.А. Диденко // Вестник АПК Волгоградской области. – 2005. – № 09. – С. 22-23.
336. Лихацький В.І. Вплив способів вирощування і площ живлення розсади на продуктивність баклажана / В.І. Лихацький, С.В. Щетина // Овочівництво і баштанництво. – 2005. – Вип 50. – С. 439-449.
337. Лиховид П.В. Технология выращивания кукурузы сахарной на поливных землях: науч.-произв. изд. / Лиховид П.В. – «Warszawa: Diamond trading tour», 2015. – 52 с.
338. Лиховид П.В. Орошение – неотъемлемый компонент технологии выращивания сахарной кукуруз / П.В. Лиховид // Овощеводство. – 2014. – № 12. – С. 59-61.
339. Лиховид П.В. Застосування системи краплинного зрошення при вирощуванні кукурудзи цукрової в умовах Півдня України / П.В. Лиховид, В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ століття. – Київ, 2014. – С. 33-34.
340. Лиховид П.В. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від агротехніки в зрошуваних умовах Сухого Степу / П.В. Лиховид // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 94. – С. 42-48.
341. Лісняк А.А. Використання інформаційних технологій для економічного обґрунтування моделі краплинного зрошення в Харківській області / А.А. Лісняк // Вісник національного університету водного господарства та природокористування: науковий збірник наукових праць – Рівне, 2009. – Вип. 2 (46), частина 1. – С. 80-85.

342. Ліньков В.Ф. Режим зрошення цибулі на ріпку при однорічній культурі в умовах півдня України / В.Ф. Ліньков // Таврійський науковий вісник. – 2002. – Вип. 21. – С. 89-92.
343. Лобов М.Ф. О транспирации растений при орошении / М.Ф. Лобов // Ботанический журнал. – Ленинград, 1951. – № 1. – С. 10-15.
344. Лобов М.Ф. Диагностирование сроков поливов овощных культур по концентрации клеточного сока / М.Ф. Лобов // Биологические основы систем орошаемого земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – Сб. статей. – С. 147-154.
345. Люта Ю.О. Якість коренеплодів буряка столового за різних технологічних прийомів вирощування при краплинному зрошенні в південному Степу України / Ю.О. Люта, Н.П. Косенко, Ю.О. Степанов // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Гринь Д.С., 2012. – Вип. 57. – С. 47-53.
346. Люта Ю.О. Насінництво буряка столового за умов краплинного зрошення на Півдні України / Ю.О. Люта, Н.П. Косенко // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ століття. – Київ, 2014. – С. 47-48.
347. Ляшко І.І. Економічний чисельний алгоритм для одного класу рівнянь / І.І. Ляшко, О.Ю. Грищенко, В.М. Склеповий, В.В. Оноцький // Доповіді НАН України. – Вип. 3. – 2003. – С. 68-72.
348. Льгов Г.К. Водопотребление и режим орошения кукурузы / Г.К. Льгов, Э.Д. Адиньяев // Агробиологическое обоснование поливного режима и применение удобрений под кукурузу. – Тр. Горского СХИ, 1974. – С. 3-37.
349. Майданюк В.А. Арбуз – визитная карточка Юга Украины / В.А. Майданюк, О.А. Брытик // Овощеводство. – 2014. – № 4. – С. 44-49.
350. Майданюк В.А. Выращивание арахиса / В.А. Майданюк // Овощеводство. – 2015. – № 01. – С. 40-44.
351. Маковкина Л.Н. Режимы орошения и дозы внесения удобрений для получения планируемой урожайности лука на светло-каштановых почвах

- в условиях Волго-Донского междуречья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» / Л.Н. Маковкина – Волгоград, 2009. – 28 с.
352. Малишев В.В. Урожайність моркви столової за краплинного зрошення в умовах південного Степу України / В.В. Малишев // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агронімія. – 2013. – Вип. 183 (1). – С. 148-152.
353. Малярчук С.В. Обоснование параметров микроорошения бахчевых культур / С.В. Малярчук // Матер. міжнар. наук. конф. «Селекція і технологія вирощування баштанних культур». – Гола Пристань, 1996. – С. 173-174.
354. Мартиненко Т.А. Агромеліоративна ефективність фосфогіпсу і добрив при краплинному зрошенні цибулі ріпчастої на півдні України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / Мартиненко Т.А. – Херсон., 2015. – 20 с.
355. Мартыненко Т.А. Эффективность применения фосфогипса при поливе лука репчатого минерализованными водами / Т.А. Мартыненко // Плодородие: Москва. – 2014. – № 6. – С. 41-43.
356. Маслак О.М. Економіка сої в Україні / О.М. Маслак, О.В. Ільченко // Пропозиція. – 2016. – № 04. – С. 29-30.
357. Матвеева О.А. Оптимизация глубины увлажнения почвы и минерального питания для получения запланированных урожаев лука при дождевании в условиях Волго-Донского междуречья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» / О.А. Матвеева – Волгоград, 2008. – 24 с.
358. Матвієць О.Г. Особливості вирощування огірків на шпалері при використанні крапельного зрошення в умовах Закарпаття / О.Г. Матвієць, Р.М. Сало // Агрогляд. – 2004. – № 2 (29). – С. 33-36.

359. Матвиец А.Г. Выращивание перца сладкого на капельном орошении в Закарпатье / А.Г. Матвиец, А.А. Матвиец // Овощеводство. – 2010. – № 6. – С. 62-63.
360. Матвиец А.Г. Перец сладкий / А.Г. Матвиец // Настоящий хозяин. – 2005. – № 12. – С. 35-41.
361. Мацко П.В. Водопотребление, режим орошения и техника полива картофеля в южной степи УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / П.В. Мацко. – Херсон, 1984. – 24 с.
362. Мацко П.В. Режим орошения раннего картофеля / П.В. Мацко // Сб. Орошаемое земледелие. – Вып. 28. – К.: Урожай, 1983. – С. 62-65.
363. Машини і обладнання для зрошування: посібник / [Колектив авторів]; за ред. Кравчука В.І., Сташука В.А.; Мінагрополітики України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 112 с.
364. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины Концепция, предварительные результаты, задачи: / [монографія] В.В. Медведев. – Харьков: ИД «Антиква», 2002. – 428 с.
365. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 206 с.
366. Мелашич Т.А. Трансформація сольового складу темно-каштанового ґрунту в умовах краплинного зрошення слабомінералізованими водами при вирощуванні цибулі-ріпки / Т.А. Мелашич // Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант. – 2008. – Вип. 50. – С. 75-78.
367. Мелашич А.В. Важкі метали у системі «зрошувальна вода – ґрунт – рослина» при вирощуванні цибулі-ріпки в умовах краплинного зрошення / А.В. Мелашич, В.Є. Дишлюк, Т.А. Мелашич // Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. – Херсон: «Олді – плюс», – 2010. – Вип. 53. – С. 86-91.

368. Мелашич А.В. Продуктивність цибулі-ріпки при різних заходах збереження родючості ґрунту в умовах краплинного зрошення / А.В. Мелашич, Т.А. Мелашич // Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант. – 2009. – Вип. 51. – С. 47-49.
369. Мелихов В.В. Возделывание сои при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья / В.В. Мелихов, В.Е. Ушакова // Плодородие. – № 05. – 2013. – С. 19-21.
370. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія [за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, Р.С. Трускавецького]. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 664 с.
371. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Бондаренка Г.Л., Яковенка К.І. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.
372. Методика исследований по сахарной свекле / [В.Ф. Зубенко, В.А. Борисюк, И.Я. Балков и др. – К.: ВНИИСС, 1986. – 292 с.
373. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. Бейк В.Ф., Бондаренко Г.Л. – М.: НИИОХ, 1979. – 211 с.
374. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Науково-методичне видання за редакцією Р.А. Вожегової – ІЗЗ НААН, Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 286 с.
375. Методика польового дослідю (зрошуване землеробство): Навчальний посібник / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 448 с.
376. Методика проведення дослідів з кормовиробництва / За наук. ред. А.О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 87 с.
377. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – К.: Урожай, 1986. – 117 с.
378. Методики випробувань і застосування пестицидів / Трибель С.О., Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун, О.О. Іващенко та ін. – К.: Світ, 2001. – 448 с.

379. Методичні вказівки з технології вирощування буряків цукрових в умовах зрошення південного Степу України / [Писаренко В.А., Пілярський В.Г., Коковіхін С.В., Писаренко П.В. та ін.]. – Херсон: Айлант, 2009. – 20 с.
380. Методичні положення та норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур (наукове видання) / І.М. Демчак, О.О. Митченко, М.Ф. Кисляченко, А.П. Шатковський та ін. – К.: НДІ «Украгпромпродуктивність», 2015. – 176 с.
381. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / За наук. ред. М.І. Ромашенка. – К.: ТОВ «ДІА». – ІВПіМ НААН, 2014. – 46 с.
382. Методичні рекомендації з підготовки техніко-економічного обґрунтування залучення інвестицій в проекти краплинного зрошення / Ромашенко М.І., Шатковський А.П., Стасюк С.Р. [та ін.] // ІВПіМ, К.: 2015. – 51 с.
383. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / Інститут картоплярства УААН. – Немішаєве, 2002. – 183 с.
384. Методические рекомендации по оценке энергоэффективности мелиоративных объектов для 3-х природных условий, обеспечивающих экологически безопасное использование природно-ресурсного потенциала агроландшафтов: научн. издание. – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015. – 44 с.
385. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях орошения УССР (особенности проведения, уборка и учет урожая) / УкрНИИОЗ, Днепропетровский филиал УНИИР, 1985. – 115 с.
386. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення: ДСТУ 3651.0:1997. – [Чинний від 1999-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1998. – 9 с. – (Національні стандарти України).

387. Мещеряков Є.П. Основи наукових досліджень в агрономії: Посібник / Є.П. Мещеряков, В.Я. Бухало. – Харків: ред. від. ХНАУ, 2005. – 89 с.
388. Милютин Н.Н. Управление водным режимом почвы при программировании урожая яровой пшеницы / Н.Н. Милютин // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – № 11. – С. 59-62.
389. Мироненко В.А. Динамика подземных вод / В.А. Мироненко – М.: МГТУ, – 2001, С. 373-383.
390. Михайлов В.М. Водоспоживання і врожай картоплі при зрошенні в Криму / В.М. Михайлов // Зрошуване землеробство. – Вип. 13. – К.: Урожай, 1972. – С. 79-84.
391. Михайлов В.М. Режим зрошення перцю в умовах Степової зони Криму / В.М. Михайлов, Р.Ф. Недбал // Зрошуване землеробство. – Вип. 23. – К.: Урожай, 1978. – С. 76-80.
392. Мікрозрошення. Краплинне зрошення овочевих культур. Загальні вимоги та методи контролювання: ДСТУ 7596:2015 – [Чинний від 2015-07-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2015. — 25 с. — (Національні стандарти України).
393. Мікрозрошення сільськогосподарських культур / [Ромашенко М.І., Корюненко В.М., Каленіков А.Т., Сторчоус В.М.] // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 90. – С. 63-86.
394. Мойсейченко В.Ф. Основи наукових досліджень в агрономії / В.Ф. Мойсейченко, В.О. Єщенко. – К.: Вища школа, 1994. – 334 с.
395. Молостов А.С. Методика полевого опыта / А.С. Молостов. – М.: «Колос», 1966. – 259 с.
396. Москальчук Н.А. Урожайность, водопотребление и качество сахарной свеклы в зависимости от густоты стояния растений, норм удобрений и режимов орошения в условиях юга Среднего Поволжья: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.14 «Технические культуры» / Н.А. Москальчук. – Энгельс, 1983. – 22 с.

397. Мороз П.А. Исследование капельного орошения полевых культур на юге Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / П.А. Мороз. – К., 1981. – 22 с.
398. Мороз П.А. Особенности полива полевых культур капельным способом / Мороз П.А. // Межведомственный тематический научный сборник «Мелиорация и водное хозяйство»: Вып. 45. – К.: Урожай, 1979 – С. 7-11.
399. Морозов В.В. Ефективність використання води новими сортами сої залежно від умов вологозабезпечення / В.В. Морозов, П.В. Писаренко, О.С. Суздаль, Д.О. Булигін // Таврійський науковий вісник: науковий журнал. – Вип. 78 – Херсон: Грінь Д.С., 2012. – С. 133-140.
400. Морозов О.В. Теоретико-методологічне обґрунтування еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель: автореферат дис. д-ра с.-г. наук: 06.01.02 / О.В. Морозов. – Херсон:, 2012. – 41 с.
401. Муромцев Н.А. Диагностирование полива растений по тензиограмм /Н.А. Муромцев // Почвоведение. – 1974. – № 1. – С. 79-83.
402. Муромцев Н.А. Использование тензиометров в гидрофизике почв / Н.А. Муромцев. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 121 с.
403. Муромцев Н.А. Тензиометры как почвенные влагомеры и индикаторы полива растений. Методические рекомендации / Н.А. Муромцев. – М.: ВАСХНИЛ, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1981. – 32 с.
404. Муромцев Н.А. Оценка влагообеспеченности растений / Н.А. Муромцев // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – М., 2011. – Вып. 67. – С. 20-31.
405. Надеждина Н.Е. Использование водного потенциала листьев для определения сроков капельного полива яблони / Н.Е. Надеждина // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – Вып. 75. – С. 15-18.
406. Назаренко І.І. Землеробство та меліорація / І.І. Назаренко, І.С. Смага, С.М. Польшина, В.Р. Черлінка – Чернівці: Книги – XXI, 2006. – 543 с.

407. Найдюнов В.Г. Сосвництво в Степах Херсонщини / В.Г. Найдюнов, В.М. Нижеголенко, О.І. Поляков // Пропозиція. – 2008. – № 03 (153). – С. 57-59.
408. Наукові основи планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур в умовах півдня України: навчальний посібник [Вожегова Р.А., Писаренко П.В., Донець А.О., Рубан В.Б. та ін.]. – Херсон: Айлант, 2014. – 2014. – 165 с.
409. Науково-практичні рекомендації з вирощування картоплі на краплинному зрошенні / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, Г.С. Балашова, І.І. Черниченко, О.О. Черниченко, С.М. Юзюк. – Херсон.: Грінь Д.С., 2015. – 44 с.
410. Наумов А.О. Продуктивність моркви за різних способів і режимів мікрозрошення та доз мінерального живлення на супіщаних ґрунтах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.02 / А. О. Наумов // - Херсон, 2013. – 20 с.
411. Наумов Р. Н. Сучасні технології в моніторингу вологості ґрунту / Р.Н. Наумов // Агроогляд. – № 2 від 12 грудня 2005. – С. 11-13.
412. Научно обоснованная система орошаемого земледелия // Под ред. В.И. Остапова – К.: Урожай, 1987. – 192 с.
413. На Херсонщине в 2012 году площади арбуза на капельном орошении увеличатся. – [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://pravda.ks.ua/kherson_ks/important/14271-na-xersonshhine-v-2012-godu-ploshhadi-arbuza-na.html
414. Ничипорович А.А. О формировании и продуктивности фотосинтетического аппарата различных культурных растений в течении вегетационного периода / А.А. Ничипорович, М.П. Власова // Физиология растений. – 1961. – Т. 8. – № 1. – С. 56-64.
415. Нітрати у харчових продуктах та їх вплив на організм людини [Електронний ресурс] / Режим доступу:

- http://lubbook.net/book_205_glava_16_3.6_N%D1%96trati_u_kharchovikh_pr.
416. Новикова А.В. Экспериментальные исследования контура увлажнения песчаных грунтов при капельном орошении / А.В. Новикова, Р.Д. Браверман // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Итоги исследований, современное состояние внутрипочвенного и капельного орошения и перспективы их использования». – Симферополь, 1977. – С. 119-121.
417. Обумахов Д.Л. Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе / Д.Л. Обумахов // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 100 (06). – С. 30-43.
418. Овчарук В.І. Вплив краплинного зрошення і мінеральних добрив на врожайність капусти білоголової / В.І. Овчарук, О.І. Мулярчук // Науковий вісник НАУ. – 2008. – Вип. 129. – С. 208–213.
419. Овочеві та баштанні культури. Вирощування в умовах краплинного зрошення. Загальні вимоги: ДСТУ 8519:2015 – [Чинний від 2017-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 24 с. – (Національні стандарти України).
420. Овчинников А.С. Эффективность капельного орошения перспективных гибридов сладкого перца в Нижнем Поволжье / А.С. Овчинников, Т.В. Пантюшина // Вопросы мелиорации. – 2007. – № 1-2. – С. 63-66.
421. Овчинников А.С. Формирование урожая сладкого перца при капельном орошении / А.С. Овчинников, О.В. Данилко // Пути повышения эффективности использования орошаемых земель: Сборник научных трудов ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 151-156.
422. Овчинников А.С. Водный режим почв и геометрические параметры контура увлажнения при возделывании посевных томатов / А.С. Овчинников, И.И. Азарьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. – № 1 (17). – С. 24-28.
423. Овочівництво: Навчальний посібник // Під ред. Шемавньова В.І. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2001. – 392 с.

424. Олейник А.М. Характер формирования контуров увлажнения почвы при капельном орошении / А.М. Олейник, М.Г. Гаджиев // Сб. научн. тр. ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1984. – С. 129-133.
425. Олійник О.В. Економіко-енергетична ефективність інтенсифікації виробництва цукрових буряків у сільськогосподарських підприємствах: монографія / О.В. Олійник, В.В. Макогон, С.В. Брік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків, 2014. – 197 с.
426. Онопрієнко Д.М. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення при вирощуванні запрограмованих урожаїв кукурудзи за інтенсивною технологією північному степу України : дис... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / Онопрієнко Дмитро Михайлович. – Дніпропетровськ, 1996. – 201 с.
427. Опанасенко Г.П. Продуктивность свекловичных посевов при капельном орошении / Г.П. Опанасенко // Сахарная свекла. – 2011. – № 4. – С. 20-22.
428. Організація системи режимних спостережень для оцінки стану земель в умовах мікрозрошення / Методичний посібник // за редакцією М.І. Ромащенко – К.: ТОВ «ДІА», 2014. – 42 с.
429. Орел Т.І. Вплив різних добрив на ефіроолійні рослини в умовах мікрозрошення у Криму / Т.І. Орел // Агрохімія і ґрунтознавство. Кн. III: Міжвід. темат. наук. зб., спец. випуск до VIII з'їзду УТГА. – Харків, ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» НААН. – 2010. – С. 199-201.
430. Орошаемое земледелие / Под ред. Б.А. Шумакова – М.: Россельхозиздат, 1965. – 216 с.
431. Орошаемое овощеводство / Дудник С.А., Антонов А.В., Березкина Г.Е. и др. / Под ред. С.А. Дудника – К.: Урожай, 1990. – 240 с.
432. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз]; За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
433. Основна гідрофізична характеристика як інтегральна оцінка особливостей вологопровідності ґрунту / В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова, Л.Г. Почепцова, В.О. Лізогубов, М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко,

- С.С. Коломієць, С.В. Рябков, С.В. Усатий // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 4. – С. 21-24.
434. Остапчик В.П. Система підпочвенного орошення с гончарними увлажнителями / В.П. Остапчик // Гидротехника и мелиорация. – 1961. – № 9. – С. 14-23.
435. Патент № 2356209 Российская Федерация, МПК RU 2 356 209 C1 A01C 7/00 Способ возделывания сои на капельном орошении / Салдаев А.М., Лытов М.Н., Бородычев В.В., Белик О.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Волгоградская гос. с.-х. академия». – № 2007138669/12; заявл. 17.10.07; опубл. 27.05.09, Бюл. № 15.
436. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве / П.П. Патрон – Кишинев: «Штиинца», 1981. – 284 с.
437. Перець і баклажан. Технологія вирощування. Загальні вимоги: ДСТУ 5044:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 18 с. – (Національні стандарти України).
438. Перець солодкий свіжий. Технічні умови: ДСТУ 2659:1994. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 11 с. – (Національні стандарти України).
439. Пестициди та агрохімікати України: Практич. довід. для фахівців сільського господарства. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2014. – 419 с.
440. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні / В.Ф. Петриченко // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 3. – С. 24-27.
441. Пигенин В. В Каховку, за наукой современного овощеводства / В. Пигенин // Газета «Поле Августа». – 2011. – № 10 (98) – С. 23-24.
442. Пилипас А.В. Эффективность приемов регулирования водного режима почвы при орошении сои на юге УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Херсон, 1988. – 24 с.
443. Писаренко В.А. Основні підсумки досліджень режимів зрошення сільськогосподарських культур / В.А. Писаренко // Зрошуване землеробство:

- міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: Урожай, 1979. – Вип. 24. – С. 5-9.
444. Писаренко В.А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / В.А. Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р. Йокич Киев: Урожай, 1988. – 96 с.
445. Писаренко В.А. Режим орошения и площадь питания кукурузы на тяжелосуглинистом южном черноземе Ингулецкого орошаемого массива: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / В.А. Писаренко. – Ровно, 1970. – 28 с.
446. Писаренко В.А. Ефективність способів поливу сільськогосподарських культур на півдні України / В.А. Писаренко, О.І. Головацький // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Айлант, 2005. – Вип. 44. – С. 21-25.
447. Писаренко В.А. Особливості середньодобового випаровування буряку цукрового при зрошенні / В.А. Писаренко, С.В. Коковіхін, О.С. Суздаль, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2008. – Вип. 50. – С. 68-74.
448. Писаренко В.А. Особливості середньодобового випаровування буряків цукрових при зрошенні / В.А. Писаренко, С.В. Коковіхін, О.С. Суздаль, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2007. – Вип. 50. – С. 68-74.
449. Писаренко В.А. Визначення випарування буряку цукрового розрахунковим методом для формування режиму зрошення / В.А. Писаренко, В.Г. Пілярський, О.С. Суздаль // Зрошуване землеробство. – 2005. – Вип. 44. – С. 8-11.
450. Писаренко В.А. Вплив мінеральних добрив та режиму зрошення на водоспоживання, урожай і якість буряків цукрових / В.А. Писаренко, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2007. – Вип. 47. – С. 24-27.
451. Писаренко П.В. Теоретичне обґрунтування та практична реалізація застосування різних типів режимів зрошення та способів поливу сільськогосподарських культур: автореф. дис ... д-ра с.-г. наук / спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / П.В. Писаренко. – Херсон: 2015. – 40 с.

452. Писаренко П.В. Основні фактори формування урожайності і якості моркви столової при краплинному зрошенні на півдні України / П.В. Писаренко, В.В. Малишев // Актуальні проблеми управління водними і земельними ресурсами на зрошуваних ландшафтах Сухого Степу України: тези доповідей регіональної науково-практичної конференції (м. Херсон, 24-25 лютого 2010 р.). – Херсон: РВЦ "Колос", 2010. – С. 69-71.
453. Писаренко П.В. Продуктивність рослин буряку цукрового залежно від гібридного складу в умовах зрошення Півдня України / П.В. Писаренко, В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2012. – Вип. 57. – С. 31-35.
454. Писаренко П.В. Вплив умов вологозабезпеченості та густоти стояння рослин на урожайність нових сортів сої / П.В. Писаренко, О.С. Суздаль, Д.О. Булигін, В.В. Морозов // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – Вип. 56. – С. 91-94.
455. Писаренко П.В. Урожайність сої залежно від режиму зрошення, фону живлення та густоти стояння рослин за вирощування на півдні України / П.В. Писаренко, С.В. Каращук // Зрошуване землеробство: зб. наук. праць. – Вип. 55. – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – С. 63-69.
456. Письменна В. Ковток води для... буряка / В. Письменна // Аграрний тиждень. Україна. – 2012. – № 13 (225). – С. 5.
457. Пілярський В.Г. Споживання вологи рослинами буряку цукрового протягом вегетаційного періоду в умовах зрошення / В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – Вип. 56. – С. 96-101.
458. Пілярський В.Г. Вплив режимів зрошення та фону мінерального живлення на економіко-енергетичну ефективність технології вирощування буряків цукрових в умовах півдня України / В.Г. Пілярський // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 52. – С. 119-127.

459. Пілярський В.Г. Вплив зрошення та добрив на ростові процеси буряку цукрового в умовах Півдня України / В.Г. Пілярський, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва, О.О. Пілярська // Зрошуване землеробство. – 2015. – Вип. 63. – С. 89-92.
460. Плотнікова Т.А. Продуктивність двоврожайної культури картоплі на півдні України при краплинному зрошенні / Т.А. Плотнікова // Зрошуване землеробство. – 2006. – Вип. 46. – С. 138-142.
461. Плотнікова Т.А. Енергетична ефективність вирощування картоплі весняного та літнього садіння при краплинному зрошенні в умовах півдня України / Т.А. Плотнікова // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 58. – Херсон: Айлант, 2008. – С. 141-146.
462. Плотнікова Т.А. Ріст, розвиток, фотосинтетична діяльність рослин картоплі в двоврожайній культурі при краплинному зрошенні в умовах Півдня України / Т.А. Плотнікова // Водне господарство України. – 2008. – № 3. – С. 51-55.
463. Подлиняев В.П. Соя при орошении в зоне Северо-Крымского канала / В.П. Подлиняев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1971. – № 4. – С. 51-54.
464. Полегенько А. Метеостанция iMetos® – уникальный инструмент в руках агронома / Полегенько А. // Овощеводство – 2008. – № 2. – С. 60-61.
465. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
466. Поляков В.И. Усовершенствование режимов орошения и способов полива виноградников на тяжелосуглинистых почвах Юга Украины: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.08 – виноградарство / В.И. Поляков. – Ялта, 1987. – 23 с.
467. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навчальний посібник / А.М. Польовий. – К.: КНТ, 2007. – 348 с.

468. Посыпанов Г.С. Энергетическая оценка технологи возделывания полевых культур: учебное пособие / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. – М.: МСХА, 1995. – 21 с.
469. Прогресивне зрошення для зернових / «TORO Ag» // The Ukrainian Farmer. – 2013. – № 3. – С. 15-16.
470. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин: ДСТУ 8402:2015. – [Чинний від 2017-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 10 с. – (Національні стандарти України).
471. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів: ДСТУ 4954:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 22 с. – (Національні стандарти України).
472. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С: ДСТУ 7803:2015. – [Чинний від 2016-04-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 20 с. – (Національні стандарти України).
473. Продуктивність сої залежно від поливних режимів, мінеральних добрив і густоти посівів / В.І. Остапов, В.І. Заверюхін, І.Л. Левандовський, Н.Г. Капшай // Вісник сільськогосподарської науки. – 1984. – № 3. – С. 58-60.
474. Пуценко Д.В. Вплив способів поливу, добрив та загущення рослин на врожай і якість плодів посівних томатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / Д.В. Пуценко – Херсон., 2008. – 16 с.
475. Пуценко Д.В. Біоенергетична ефективність технології вирощування посівних томатів / Д.В. Пуценко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 55. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 3-9.
476. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій / Ю.О. Тараріко, Р.В. Сайдак, Ю.В. Сорока, С.В. Вітвіцький // ІВПіМ НААН. – К.: ЦП «Компринт», 2015 – 62 с.

477. Растворова О.Г. Физика почв / О.Г. Растворова. – Л.: ЛГУ, 1983. – 193 с.
478. Расчет режимов орошения сельскохозяйственных культур и проектных норм водопотребности: Методические рекомендации / Под общей ред. д.-р. с.-х. наук Г.В. Ольгаренко. – Коломна: ФГБНУ ВНИИ «Радуга», ИД «Инлайт». – 2012. – 151 с.
479. Ревуцкий А.Ю. Возделывание арахиса при капельном орошении на Юге Украины / А.Ю. Ревуцкий // Овощеводство. – 2006. – № 6. – С. 66-70.
480. Рекецкая Н. Экономическое обоснование выращивания гибридов лука на капельном орошении / Н. Рекецкая // Овощеводство. – 2005. – № 2. – С. 25.
481. Рекомендації з вирощування овочевих і баштанних культур на Півдні України // Гола Пристань: ПОБ УААН, 2005. – 108 с.
482. Рекомендації з маркетингу та технології вирощування перцю солодкого при краплинному зрошенні / За ред. М.І. Ромащенко, О.Г. Матвійця. – Ужгород.: ІГіМ УААН – Закарпатський обласний центр дорадництва. – 2008. – 100 с.
483. Рекомендації з технології вирощування культури огірка на опорній системі при краплинному зрошенні / За ред. Ромащенко М.І. – К.: ІГіМ УААН. – 2003. – 48 с.
484. Ресурсоощадні технології вирощування люцерни на насіння в Південному Степу України: навч.–метод. посіб. / Р.А. Вожегова, Г.В. Сахно, С.Ю. Булигін [та ін.]; ред.: Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, О.М. Димов [та ін.]. – Херсон: Айлант, 2012. – 130 с.
485. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 663 с.
486. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану заходів щодо розширення площ зрошуваних земель у південних областях та забезпечення їх ефективного використання на період до 2017 року» [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України; розпорядження від 21.11.2013 р. № 975 –

- Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=246922230>
487. Розробити і впровадити нові технічні засоби і технології мікрозрошення інтенсивних насаджень плодово-ягідних культур, винограду на малопродуктивних землях, а також овочевих і баштанних культур у відкритому ґрунті для умов України: Звіт про НДР (проміжний) / ІГІМ УААН; Інв. № 3117001. – К., 1993. – 190 с.
488. Розробити і впровадити нові технічні засоби і технології мікрозрошення інтенсивних насаджень плодово-ягідних культур, винограду на малопродуктивних землях, а також овочевих і баштанних культур у відкритому ґрунті для умов України: Звіт про НДР (проміжний) / ІГІМ УААН; Інв. № 3119016. – К., 1994. – 182 с.
489. Розсадники. Плодові, ягідні та виноградні насадження. Проектування систем зрошування. Зрошування. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4930:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 44 с. – (Національні стандарти України).
490. Рокочинська Н.А. Тимчасові рекомендації економічного обґрунтування інвестицій в проекти зрошувальних систем / Н.А. Рокочинська, Л.Ф. Кожушко, А.М. Рокочинський, С.Р. Стасюк. – Рівне: НУВГП, 2004. – 37 с.
491. Ромащенко М.І. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату / М.І. Ромащенко, Д.П. Савчук, А.М. Шевченко, А.П. Шатковський, С.В. Рябков // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД «ЕКМО», 2008. – Спецвипуск. – С. 21-27.
492. Ромащенко М.І. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні / М.І. Ромащенко. К.: Аграрна наука, 2012. – 28 с.
493. Ромащенко М.І. Краплинне зрошення сільськогосподарських культур: сучасний стан та перспективи розвитку в Україні / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський // Матер. ІІ науково-практичної конф. «Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ ст.» 04 грудня 2014 р. – Київ, 2014. – С. 3-7.

494. Ромащенко М.І. Концептуальні засади розвитку краплинного зрошення в Україні / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, С.В. Рябков // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 2. – С. 5-8.
495. Ромащенко М.І. Особливості режимів краплинного зрошення просапних культур / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, О.В. Журавльов, Ю.О. Черевичний // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 2. – С. 51-56.
496. Ромащенко М.І. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, С.В. Рябков. – К.: Видавництво «ДІА», 2012. – 248 с.
497. Ромащенко М.І. Совершенствование технологий и технических средств микроорошения сельскохозяйственных культур: дис. ...доктора техн. наук: 06.01.02 / Ромащенко Михаил Иванович. – М., 1995. – 317 с.
498. Ромащенко М.І. Совершенствование технологий и технических средств микроорошения сельскохозяйственных культур: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра техн. наук: спец. 06.01.02 «Сельскохозяйственные мелиорации» / М.І. Ромащенко. – М., 1995. – 60 с.
499. Ромащенко М.І. Микроорошение огурца в условиях юга Украины / М.І. Ромащенко, В.Н. Корюненко, О.Д. Семаш, С.І. Жарин, В.В. Васюта // Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы. – Матер. междунар. науч. конф. – Херсон, 1993. – С. 66-67.
500. Ромащенко М.І. Микроорошение столового арбуза в условиях юга Украины / М.І. Ромащенко, В.Н. Корюненко, О.Д. Семаш, С.В. Малярчук // Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы. – Матер. междунар. науч. конф. – Херсон, 1993. – С. 64-65.
501. Ромащенко М.І. Закономірності зволоження ґрунтів при мікрозрошенні / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, Д.А. Ключин // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 12. – С. 45-51.
502. Ромащенко М.І. Водопотребление и урожайность томата для комбайновой уборки на капельном орошении / М.І. Ромащенко,

- А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный // Овощеводство. – 2011. – № 01 (73). – С. 64-67.
503. Ромащенко М.І. Вплив режиму краплинного зрошення на врожайність томатів розсадних / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, Ю.О. Черевичний // Матер. Міжнародної наук.-практ. конф. «Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва» 30 березня 2012 р. – Київ, 2012. – С. 4-5.
504. Ромащенко М.І. Технология выращивания перца и баклажана при капельном орошении в условиях Запорожской области / М.І. Ромащенко, В.Н. Корюненко // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 13–15.
505. Ромащенко М.І. Водоспоживання та продуктивність картоплі весняного садіння за краплинного зрошення / М.І. Ромащенко, З.Ф. Яцюк, А.П. Шатковський // Науковий журнал «Таврійський науковий вісник»: Вип. 62. – Херсон: Айлант, 2009. – С. 156-160.
506. Ромащенко М.І. Картофель весенней посадки на капельном орошении / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский, Т.А. Капелюха, З.Ф. Яцюк // Главный агроном. – М.: 2011. – № 3 – С. 44-47.
507. Ромащенко М.І. Продуктивність моркви при мікрозрошенні в умовах півдня України / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 9. – С. 52-54.
508. Ромащенко М.І. Технологія вирощування огірка / М.І. Ромащенко, О.Г. Матвієць, В.М. Корюненко // Настоящий хозяин. – 2010. - № 11. – С. 26-31.
509. Ромащенко М.І. Особливості вирощування огірка на опорній системі при краплинному зрошенні / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, О.Г. Матвієць // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – Вип. 57. – С. 96-101.
510. Ромащенко М.І. Ефективність внесення гербіцидів з поливною водою при мікродощуванні моркви / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський,

Б.І. Конаков, Ф.С. Мельничук // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2007. – Вип. 105. – С. 171-175.

511. Ромащенко М.І. Выращивание позднеспелой белокачанной капусты на капельном орошении / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский, А.В. Дячок // Овощеводство. – 2007. – № 5 (29). – С. 60-62.

512. Ромащенко М.І. Капельное орошение репчатого лука / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2008. – № 3 (39). – С. 66-68.

513. Ромащенко М.І. Технологія вирощування ріпчастої цибулі при краплинному зрошенні / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, Ю.О. Черевичний, О.В. Журавльов // Аграрна наука виробництву // Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок: К., 2014-№ 1 (67).- С. 8.

514. Ромащенко М.І. Дыня на капельном орошении. Особенности технологии / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский, В.В. Фролов, В.И. Кныш, В.В. Кныш // Овощеводство. – 2011. – № 6 (78). – С. 66-69.

515. Ромащенко М.І. Водоспоживання та продуктивність кавуна за краплинного зрошення / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, О.В. Дячок // Науковий журнал «Таврійський науковий вісник»: Вип. 70. – Херсон: Айлант, 2010. – С. 127-132.

516. Ромащенко М.І. Соя в овочевих сівозмiнах / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, В.В. Удовенко // Farmer. – 2014. – № 09 (57). – С. 88-90.

517. Ромащенко М.І. Опыты с орошением. Капельное орошение кукурузы и сои: особенности технологии / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичний, В.В. Удовенко, А.В. Галемин // Зерно. – 2013. – № 05 (86). – С. 27-30.

518. Ромащенко М.І. Технології краплинного зрошення просапних культур польової сівозмiни / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, В.В. Удовенко, Ю.О. Черевичний, О.В. Журавльов // Аграрна наука виробництву // Науково-

- інформаційний бюлетень завершених наукових розробок: К., 2014-№ 4 (70). – С. 7.
519. Ромащенко М.І. Тенденції розвитку систем краплинного зрошення / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський // Агробізнес Сьогодні. – 2014. – № 21 (292). – С. 22-23.
520. Ромащенко М.І. Мікрозрошення – запорука успіху / М.І. Ромащенко // Вісник Фермер України. – квітень 2002. – № 07 (40). – С. 9-11.
521. Ромащенко М.І. Технологія вирощування картоплі в умовах зрошення / М.І. Ромащенко, Т.А. Капельюха // Хімія. Агрономія. Сервіс. – 2016. – № 9-10. – С. 20-21.
522. Ромащенко М.І. Мікрозрошення сільськогосподарських культур / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, А.Т. Каленіков [та ін.] // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 90. – С. 63-86.
523. Ромащенко М.И. Определение водопотребления овощных культур при капельном орошении / М.И. Ромащенко, С.В. Рябков // Овощеводство. – 2007. – № 4. – С. 56.
524. Ромащенко М.І. Методика вивчення та особливості водоспоживання баштанних культур / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, С.В. Малярчук // Матер. міжнар. наук. конф. «Селекція і технологія вирощування баштанних культур». – Гола Пристань, 1996. – С. 171-172.
525. Ромащенко М.І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.І. Ромащенко, С.А. Балюк. – К.: Світ, 2000. – 114 с.
526. Ромащенко М.И. Методические рекомендации по оперативному контролю влагозапасов на мелиорируемых землях при помощи тензиометров типа ИВД / М.И. Ромащенко, Н.Н. Муромцев, В.Н. Корюненко. – К.: УкрНИИГиМ, 1984. – 43 с.
527. Ромащенко М.И. Использование тензиометров для диагностики полива овощных культур на капельном орошении / М.И. Ромащенко, В.Н. Корюненко, А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2007. – № 01 (25). – С. 70-73.

528. Ромащенко М.І. Рекомендації з оперативного контролю та управління режимом зрошення сільськогосподарських культур із застосуванням тензіометричного методу / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, М.М. Муромцев. – К.: ТОВ «ДІА», 2012. – 72 с.
529. Ромащенко М.І. Конструктивные особенности систем микроорошения и их классификация / М.І. Ромащенко, И.В. Драгомирецкий, А.Т. Калеников // Гидротехника и мелиорация в Украине: сборник научных трудов. – К.: УкрНИИГиМ, 1992. – Вып I. – С. 25-44.
530. Ромащенко М.І. Общие подходы к проектированию систем капельного орошения овощных культур / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковский, С.В. Рябков // Материалы Международной научной конференции «Достижения науки и передовые технологии по восстановлению засоленных земель и улучшению эксплуатации ирригационных сооружений» 2-3 апреля 2011 р. – Ашгабад, 2011. – С. 307-308.
531. Ромащенко М.І. Закономірності зволоження ґрунтів при мікрозрошенні / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, Д.А. Ключин // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 12. – С. 45-51.
532. Ромащенко М.І. Математическая модель внутрпочвенного влаго-, соле- и теплопереноса при микроорошении / Ромащенко М.І., Мистецкий Г.Е., Ключин Д.А. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 7. – С. 51-53.
533. Ромащенко М.І. Вплив краплинного зрошення на сольовий режим і властивості ґрунтів / М.І. Ромащенко // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 9. – С. 68-72.
534. Ромащенко М.І. Краплинне зрошення розсадника на підщепі М-9 / М.І. Ромащенко, С.В. Рябков // Хімія, Агронімія, Сервіс. – 2005. – № 47-48 (191-192). – С. 11.
535. Ромащенко М.І. Технологія мікрозрошення моркви / М.І. Ромащенко, В.М. Корюненко, А.П. Шатковський // Хімія, Агронімія, Сервіс. – 2006. – № 19 (215). – С. 10.

536. Ромащенко М.И. Технология микроорошения моркови в условиях юга Украины / М.И. Ромащенко, В.Н. Корюненко, А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2006. – № 11 (23). – С. 62-64.
537. Рубан В.Б. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та мінерального живлення за краплинного зрошення: автореф. дис ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «рослинництво» / В.Б. Рубан. – Херсон, 2015. – 20 с.
538. Рябініна Н.П. Продуктивність розсадних томатів за краплинного зрошення залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення на півдні України: автореф. дис ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02. / Н.П. Рябініна. – Херсон, 2013. – 20 с.
539. Рябініна Н.П. Програмування та прогнозування врожаю розсадних томатів / Н.П. Рябініна, С.О. Лавренко // Таврійський науковий вісник. – 2012. – Вип. 79. – С. 130-137.
540. Рябков С.В. Вплив мінералізованих вод на ґрунти при мікрозрошенні розсадника в умовах півдня Одеської області / С.В. Рябков // Агрохімія і ґрунтознавство. Кн. II, Меліорація ґрунтів: Міжвід. темат. наук. зб., спец. випуск до VII з'їзду УТГА. – Харків, ННЦ «ІА ім. О.Н. Соколовського» УААН, – 2006. – С. 281-283.
541. Рябков С.В. Дослідження контурів зволоження ґрунту при краплинному зрошенні високоінтенсивних садів та розсаднику / С.В. Рябков, С.В. Усатий // Матер. міжнар. наук. конф. молодих учених «Актуальні проблеми землеробства на початку нового тисячоліття та шляхи їх вирішення». – Херсон, 2002. – № 3. – С. 90-92.
542. Сайдак Р.В. Оцінимо забезпеченість України гідротермічними ресурсами з огляду на сучасні кліматичні зміни / Р.В. Сайдак // Зерно і хліб. – 2015. – № 4. – С. 50-53.
543. Салатенко В.Н., Писаренко В.А., Кононенко Ю.А. Ефективність водозберігаючого режиму зрошення цукрового буряку в умовах південного Степу України / В.Н. Салатенко, В.А. Писаренко, Ю.А. Кононенко //

- Таврійський науковий вісник: Збірник наукових статей. – Херсон: Айлант, 1999. – Вип. 12. – С. 40-43.
544. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Под общей редакцией проф. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРО-ДЕЛО». – 2013. – 315 с.
545. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 63531. Комп'ютерна програма «Інформаційно – дорадча система з планування та управління режимами краплинного зрошення сільськогосподарських культур» / Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Рябков С.В., Оноцький В.В. Дата реєстрації 15.01.2016 р.
546. Сергеева Ю.А. Влияние сроков поливов на продуктивность та якість буряку цукрового на Півдні України: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / Сергеева Юлія Анатоліївна. – Херсон, 2001. – 199 с.
547. Симонов В.Л. Новое в технике полива в США / В.Л. Симонов, Е.Е. Мишуров // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – № 12. – С. 113-116.
548. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730:1994– [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 38 с.- (Національні стандарти України).
549. Системи землеробства на зрошуваних землях України / за наук. ред. Р.А. Вожеговой. – К.: Аграрна наука, 2014. – 360 с.
550. Системи краплинного зрошення. Загальні технічні вимоги та методи визначення технологічних параметрів: Посібник до ДБН В.2.4-1-99 «Меліоративні системи і споруди». – К.: ТОВ «ДІА», 2015. – 200 с.
551. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / [Ромащенко М.І., Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Шевелєв О.І.]; За ред. М.І. Ромащенка. – Київ-Дніпропетровськ: ТОВ ПКФ «Оksamит-Текс», 2007. – 175 с.

552. Сівозміни на зрошуваних землях: Методичні рекомендації / А.М. Коваленко, А.О. Лимар, М.П. Малярчук, М.І. Ромашенко, В.С. Сніговий, О.О. Собко // К.: Аграрна наука, 1999. – 40 с.
553. Сівозміни у землеробстві України (наукове видання) / за ред. Сайка В.Ф., Бойка П.І. // К.: Аграрна наука, 2002. – 146 с.
554. Скворцов А.А. Орошение сельскохозяйственных полей и микроклимат / А.А. Скворцов. – Л.: ГИМИЗ, 1964. – 275 с.
555. Скрипников А.Я. Влияние дифференцированных поливных режимов на водопотребление и урожайность лука: автореф. дис на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «мелиорация и орошаемое земледелие» / А.Я. Скрипников. – Херсон, 1982. – 20 с.
556. Скуратов Н.С. Моделирование работы увлажнителей при подпочвенном орошении / Скуратов Н.С. // Мелиорация орошаемых земель, использование, охрана водных ресурсов. Сб. науч. трудов/ ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1982. – С. 69-77.
557. Слепцов Ю.В. Лук на капельном орошении / Ю.В. Слепцов // Настоящий хозяин. – 2011. – № 5. – С. 10–11.
558. Словник-довідник з економічної географії / Т.В. Буличева, К.О. Буткалюк, Т.А. Гринюк та ін. За наук. ред. В.Г. Щабельської. – Х.: Вид. група «Основа», 2004. – 112 с.
559. Снеговой В.С. Эффективность орошения и диагностика поливов сои на юге УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / В.С. Снеговой. – Одесса, 1967. – 21 с.
560. Снеговой В.С. Водопотребление орошаемой сои // Зерновые и кормовые культуры на орошаемых землях. – Кишинев: Штиница, 1972. – С. 172-177.
561. Снеговой В.С. Эффективность орошения сои на юге Украины // Зерновые и масличные культуры, 1988. – № 3 – С. 24-28.
562. Снеговой В.С. К вопросу о диагностике полива сои по концентрации клеточного сока листьев / В. Снеговой // Орошаемое земледелие. – К.: Урожай, 1966. – Вып. I. – С. 92-96.

563. Снеговой В.С. Статистическо-экономический анализ результатов лабораторных и полевых исследований в земледелии // В.С. Снеговой, С.П. Голобородько, А.Ф. Гомоюнов. – Херсон: Айлант, – 2002. – 84 с.
564. Снеговой В.С. Формирование контура увлажнения и зоны активного иссушения почвы при капельном орошении / В.С. Снеговой, Э.И. Бланк // Тезисы докладов Республиканской научной конференции. – Кишинев, «Штиинца», 1983. – С. 6-8.
565. Сніговий В.С. Проблемні питання розвитку зрошуваного землеробства на сучасному етапі: економічні та еколого-агрономічні аспекти / В.С. Сніговий // Наукове видання. – Херсон: ТОВ «Айлант», 2003. – 11 с.
566. Сніговий В.С. Продуктивність арахісу при зрошенні (попередні результати) / В.С. Сніговий, В.А. Лимар // Матер. міжнар. наук. конф. «Селекція і технологія вирощування баштанних культур». – Гола Пристань, 1996. – С. 119-123.
567. Собко А.А. Роль оптимизации агрометеорологических факторов в повышении эффективности орошаемого земледелия / А.А. Собко // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 3. – С. 61-66.
568. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации / [Л.С. Гиль, В.И. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима]. – К.: ЧП Рута, 2007. – 390 с.
569. Соколов Ю.В. Арбуз на капельном орошении / Ю.В. Соколов, И.М. Соколова // Картофель и овощи. – 2013. – № 9. – С. 14-16.
570. Сологуб Ю.И. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль. Практическое пособие / Ю.И. Сологуб, И.М. Стрелюк, А.С. Максимюк // Киев: ООО «Полиграф плюс». – 2012. – с. 200.
571. Соя. Сорт Оксана. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.agroua.net/plant/catalog/cg-3/c-74/s-531/>

572. Соя. Технічні умови: ДСТУ 4964:2008. – [Чинний від 2010-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 8 с. – (Національні стандарти України).
573. Соя. Технологія вирощування. Загальні вимоги: ДСТУ 5049:2008. – [Чинний від 2009-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 13 с. – (Національні стандарти України).
574. Спосіб вирощування гібридів цукрових буряків на зрошенні / Писаренко В.А., Суздаль О.С., Кононенко Ю.А. // Офіційний бюлетень «Промислова власність». – № 4 від 15.05.2001. Деклараційний патент на винахід № 37704 А. – С. 5.
575. Станков Н.З. Методы и приемы изучения корневой системы растений в полевых условиях / Н.З. Станков // Бюллетень географической сети опытов с удобрениями. – № 1. – М.: ВИУА, 1957. – С. 11-17.
576. Сторчак М.В. Прийоми вирощування люцерни на насіння в умовах краплинного зрошення фермерських господарств / М.В. Сторчак // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових статей. – Херсон: Айлант, 2005. – Вип. 40. – С. 107-118.
577. Сторчоус В.М. Історія і сучасний стан овочівництва в Криму та перспективи його з розвитком краплинного зрошення / В.М. Сторчоус // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. – Вип. 39. Частина II. – Херсон: Айлант, 2005. – С. 189-193.
578. Стратегічні культури / С.О. Трибель, С.В. Ретьман, О.І. Борзих, О.О. Стригун. За редакцією проф. С.О. Трибеля. – К.: Фенікс, Колобіг, 2012. – 368 с.
579. Стратічук Н.В. Еколого-економічне обґрунтування зрошення в південному регіоні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук / Н.В. Стратічук. – Миколаїв, 2006. – 13 с.
580. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений / И.И. Судницын. – Изд-во МГУ, 1979. – 253 с.

581. Судницин И.И. К вопросу о применении тензиометрических и электрических методов измерения влажности почвы / И.И. Судницин // Почвоведение. – 1959. – № 12. – С. 32-39.
582. Сучасні технології виробництва та маркетингу сільськогосподарських культур / А.Ю. Андришко, С.В. Бочаров, О.І. Вароді, Ю.І. Сологуб. – Демонстраційні поля: 2002. – К., 2002. – 80 с.
583. Танчик С.П. Розвиток органічного землеробства в Україні / С.П. Танчик, О.А. Цюк, С.О. В'ялий // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 1. – С. 11-14.
584. Тарановская М.Г. Методы изучения корневых систем / М.Г. Тарановская. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 109 с.
585. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення) / Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Бердніков, Л.Д. Глущенко, Г.І. Личук; Ін-т гідротехніки і меліорації УААН. – К.: Аграрна наука, 2005. – 199 с.
586. Терещенко К.П. Використання тензіометрів для визначення строків поливу у теплицях / К.П. Терещенко, Б.І. Козловський, Б.Е. Шуст // Вісник сільськогосподарської науки. – 1984. – № 5. – С. 57-58.
587. Терещенко О.О. Ставка дисконтування у прийнятті фінансово-інвестиційних рішень // Фінанси України, 2010. – № 9. – С. 77-90.
588. Технология выращивания томата посевного для переработки в условиях Кировского района РСО – Алания (РФ) (рекомендации) / Под редакцией канд. с.-х. наук А.П. Шатковского – Киев: ИВПиМ НААН, 2012 – 65 с.
589. Технології вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні в умовах України (рекомендації) // Ромашенко М.І., Корюненко В.М., Шатковський А.П. та ін., за ред. академіка УААН Ромашенка М.І. – К.: ІГіМ УААН., 2006. – 123 с.
590. Технології вирощування сільськогосподарських культур за краплинного зрошення (наукове видання – рекомендації) // За ред. М.І. Ромашенка. – ІВПиМ НААН України, 2015. – 382 с.

591. Технології вирощування томата, цибулі ріпчастої в сівозміні: томат – цибуля ріпчаста – ячмінь озимий (науково-практичні рекомендації) / Вожегова Р.А., Люта Ю.О., Шатковський А.П. [та ін.] // Херсон, ІЗЗ – ІВПіМ, 2013. – 64 с.
592. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4838:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с. – (Національні стандарти України).
593. Технологія вирощування цибулі ріпчастої при мікрозрошенні на базі трактора ХТЗ-25 (методичні рекомендації) / А.О. Лимар, В.А. Лимар, А.О. Наумов, Ю.В. Задорожній: ШОБ – МДАУ: Гола Пристань. – 2010. – 18 с.
594. Технологии выращивания овощных культур с использованием капельного орошения / Ушкаренко В.А., Морозов В.В., Алба В.Д., Бьярлестам С., Волочнюк Е.Г., Ладычук Д.А. // Под ред. В.А. Ушкаренко, В.В. Морозова. – ХГАУ: Херсон. – 2006. – 148 с.
595. Тимирязев А.К. Жизнь растение: десять общедоступных чтений / А.К. Тимирязев. – Москва-Ленинград: Сельхозгиз, 1936. – 346 с.
596. Тимошенко І.І. Основи наукових досліджень в агрономії / І.І. Тимошенко, З.М. Майшук, Г.О. Косилович. – Львів: ЛДАУ, 2004. – 111 с.
597. Тищенко А.В. Вплив краплинного зрошення на формування насінневої продуктивності люцерни / А.В. Тищенко // Зрошуване землеробство. – 2014. – Вип. 61. – С. 104-107.
598. Тищенко А.В. Влияние капельного орошения и Плантафол 30 на семенную продуктивность люцерны в год сева / А.В. Тищенко, И.Ю. Лужанский // Сб. научных тр. по материалах Международной конф. Тверь-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – Вып. 6. – С. 244-250.
599. Тищенко А.В. Насіннева продуктивність сортів люцерни залежно від умов зволоження та застосування регулятора росту в Південному Степу:

- автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 – рослинництво / Тищенко А.В. – Херсон., 2015. – 20 с.
600. Ткачева О.А. Водопотребление перца сладкого на орошаемых черноземах / О.А. Ткачева, Е.А. Большакова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 04. – С. 34-35.
601. Указ Президента України «Про заходи щодо розвитку зрошуваного землеробства в Україні» [Електронний ресурс] // Секретаріат Президента України; Указ Президента України від 03.03.2006 р. № 187/2006 – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/1872006-3940>
602. Україна допоможе удвічі скоротити кількість голодуючих у Світі [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.a7d.com.ua/agropoltika/aktualna_tema/firsthands/1716-ukrayina-dopomozhe-udvichi-skorotiti-kilkist.html
603. Украина с 2016 г. может нарастить экспорт сахара в десятки раз – Министр аграрной политики А.Н. Павленко [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://interfax.com.ua/news/economic/293544.html>
604. Унгуряну Ф.В. Расчет солевого режима почв при капельном орошении / Ф.В. Унгуряну // Гидротехника и мелиорация. – 1984. – № 5. – С. 63-65.
605. Усата Л.Г. Динаміка хімічного складу поливної води та сольового складу локально зволжених ґрунтів протягом поливного періоду / Л.Г. Усата, С.В. Усатий, А.П. Шатковський // Агрохімія і ґрунтознавство. Кн. 2. Ґрунтознавство і меліорація ґрунтів: Міжвід. темат. наук. зб., спец. випуск до ІХ з'їзду УТГА. – Харків, ТОВ «Смугаста типографія», – 2014. – С. 354-356.
606. Ушакова В.Е. Особенности возделывание сои в Нижнем Поволжье при капельном орошении / В.Е. Ушакова, В.В. Мелихов // Мелиорация и водное хозяйство. – № 02. – 2015. – С. 9-11.
607. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство / В.О. Ушкаренко. – К.: Вища школа, 1995. – 328 с.

608. Ушкаренко В.О. Прогнозування параметрів величини врожаю залежно від елементів технології вирощування посівних томатів на півдні України / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, Д.В. Пуценко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 54. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 3-9.
609. Ушкаренко В.О. Ефективність використання вологи посівними томатами в зрошуваних умовах півдня України / В.О. Ушкаренко, А.В. Шепель, Д.В. Пуценко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 52. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 3-7.
610. Ушкаренко В.О. Застосування крапельного зрошення у вирощуванні овочевих культур відкритого ґрунту / В.О. Ушкаренко, А.В. Шепель, Д.В. Пуценко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 46. – Херсон: Айлант, 2006. – С. 124-128.
611. Ушкаренко В.А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В.А. Ушкаренко, А.Я. Скрипников. – К.: Вища школа, 1988. – 120 с.
612. Ушкаренко В.О. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві // В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. – Херсон: Айлант, 2013. – 381 с.
613. Ушкаренко В.О. Економічна ефективність вирощування посівних томатів в зрошуваних умовах півдня України / В.О. Ушкаренко, Д.В. Пуценко // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Вип. 53. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 10-15.
614. Федорчук А. Крапля копійку береже / А. Федорчук // АгроМаркет. – 2014. – № 03. – С. 12-16.
615. Фізіологія рослин: практикум / О.В. Войцехівська, А.В. Капустян, О.І. Косик та ін. За ред. Т.В. Паршикової – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.
616. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора и др. // В кн.: Методы и задачи учета в связи с формированием урожая. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 135 с.

617. Фроленкова Н.А. Еколого-економічне оцінювання меліоративних проектів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук / Н.А. Фроленкова. – Одеса, 2006. – 16 с.
618. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення вмісту каротину: ДСТУ 4305:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національні стандарти України).
619. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту нітратів: ДСТУ 4948:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 20 с. – (Національні стандарти України).
620. Харченко Г.С. Удосконалення технології вирощування продовольчої картоплі в умовах зрошення на півдні України: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / Харченко Галина Станіславівна. – Херсон, 2000. – 147 с.
621. Хоэфт Р. Соя и фактор климата / Р. Хоэфт // Зерно. – 2007. – № 7. – С. 14-15.
622. Хорешков С.А. Ефективність фертигації за краплинного зрошення кукурудзи цукрової в Південному Степу України / С.А. Хорешков // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ століття. – Київ, 2014. – С. 93-95.
623. Цибуля ріпчаста. Технологія вирощування на краплинному зрошенні /М.І. Ромашенко, В.В. Васюта, О.В. Журавльов, Ю.О. Люта та ін. – Херсон: ВЦ ІЗПР НААН України, 2010. – 21 с.
624. Цибуля ріпчаста свіжа. Технічні умови: ДСТУ 3234:1995. – [Чинний від 1996-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1996. – 12 с. – (Національні стандарти України).
625. Цибуля. Технологія вирощування. Загальні вимоги: ДСТУ 6012:2008. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 15 с. – (Національні стандарти України).

626. Циков В.С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена / В.С. Циков. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296 с.
627. Цукрові буряки. Методи визначення якості коренеплодів: ДСТУ 4778:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 18 с. – (Національні стандарти України).
628. Чернецький В.М. Режим зрошення перцю на Півдні України / В.М. Чернецький // Зрошуване землеробство. – Вип. 24. – К.: Урожай, 1979. – С. 53-57.
629. Чернецький В.М. Режим зрошення перцю на Півдні України / В.М. Чернецький, Ю.А. Ліпара // Вісник сільськогосподарської науки. – № 3. – 1981. – С. 81-82.
630. Чернецький В.М. Фізіологічні показники рослин пізньої капусти при різній водозабезпеченості / В.М. Чернецький // Зрошуване землеробство. – К.: Урожай. – 1974. – Вип. 18. – С. 90-91.
631. Черниченко М.І. Продуктивність мінібульб картоплі за різних режимів та способів зрошення на півдні України: автореф. дис. канд. с.-г. наук : спец. 06.01.02 / М.І. Черниченко // – Херсон, 2013. – 20 с.
632. Черниченко М.І. Водоспоживання рослин картоплі за різних способів та режимах зрошення в умовах Півдня України / М.І. Черниченко // Таврійський науковий вісник. – 2011. – Вип. 74. – С. 136-140.
633. Черниченко М.І. Продуктивність картоплі з мінібульб за різних умов зволоження ґрунту в умовах Південному Степу України / М.І. Черниченко // Таврійський науковий вісник. – 2012. – Вип. 80. – С. 148-152.
634. Чурзин В.Н. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от предшественников и удобрений при капельном орошении / В.Н. Чурзин, В.В. Захаров, А.М. Леденев // Аграрная наука. – 2008. – № 7. – С. 23-25.
635. Шабанов Енвер. Зернова кукурудза на крапельному поливі / Е. Шабанов // The Ukrainian Farmer. – 2013. – № 01. – С. 40-41.
636. Шабетя О.М. Лідер за врожайністю / О.М. Шабетя // Аграрний тиждень. Україна. – 2013. – № 8-9 (262). – С. 30-31.

637. Шалімов М.О. Ландшафна екологія. Конспект лекцій для студентів спеціальності 7.070801 – екологія і охорона навколишнього середовища / М.О. Шалімов. – Одеса: Наука і техніка, 2006. – 152 с.
638. Шатковський А.П. Проблеми розвитку мікрозрошення в Україні та шляхи їх вирішення / А.П. Шатковський, С.В. Рябков // Матеріали Міжнародної наук. – практ. конф. молодих учених «Сучасні проблеми водогосподарсько- меліоративного комплексу та шляхи їх вирішення» 28-29 квітня 2011 р. – Херсон, 2011. – С. 28-31.
639. Шатковський А.П. Мікрозрошення овочевих культур. Стан та перспективи розвитку / А.П. Шатковський // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. – Вип. 28. – Херсон: Айлант, 2003. – С. 194-196.
640. Шатковський А.П. Мікрозрошення овочевих культур. Історія, сучасний стан та перспективи розвитку в Україні / А.П. Шатковський // Водне господарство України. – 2008. – № 6. – С. 22-27.
641. Шатковский А.П. Способы и виды поливов овощных культур / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный // Овощеводство. – 2011. – № 4 (76). – С. 68-71.
642. Шатковський А.П. Водоспоживання та врожайність пасльонових культур за краплинного зрошення в умовах Степу України / А.П. Шатковський, Ю.О. Черевичный // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Меліорація і водне господарство»: Вип. 100., том I – К.: Аграрна наука, 2013. – С. 27-33.
643. Шатковський А.П. Закономірності формування режимів краплинного зрошення просапних культур / А.П. Шатковський, Ю.О. Черевичный А.С. Чабанов // Меліорація і водне господарство: Міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 99. – К.: Аграрна наука, 2011. – С. 25-32.
644. Шатковский А.П. Закономерности формирования режимов капельного орошения и водопотребления пропашных культур в зависимости от предполивной влажности почвы / А.П. Шатковский // Сборник научных докладов V-й Международной (9-й Всероссийской) конференции молодых

ученых и специалистов «Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации» 17-19 октября 2012 года. – ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна. – С. 161-165.

645. Шатковский А.П. Свекла столовая на капельном орошении / А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2008. – № 5. – С. 68–71.

646. Шатковский А.П. Технологические аспекты выращивания кабачка на капельном орошении / А.П. Шатковский // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 55-58.

647. Шатковський А.П. Обґрунтування елементів технології мікро зрошення моркви в умовах півдня України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації / А.П. Шатковський. – К., 2007. – 18 с.

648. Шатковський А.П. Особливості зволоження ґрунту при мікро зрошенні моркви / А.П. Шатковський // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 6. – С. 75-77.

649. Шатковский А.П. Основные аспекты внесения фунгицидов с поливной водой на системах капельного орошения / А.П. Шатковский, Ф.С. Мельничук, Л.А. Семенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия – сборник научных трудов ФГБНУ «РосНИИПМ», Вып. 50, Новочеркасск – 2013. – С. 171-175.

650. Шатковський А.П. Економічна ефективність вирощування моркви при краплинному зрошенні / А.П. Шатковський // Овочівництво і баштанництво: Міжвід. темат. наук. зб.: Вип. 52. – Харків: Магда, ЛТД, 2006. – С. 184-190.

651. Шатковский А.П. Выращивание белокочанной капусты на «капле» / А.П. Шатковский, А.В. Дячок, Черевичный Ю.А. // Овощеводство. – 2010. – № 12 (72). – С. 52-56.

652. Шатковский А.П. Баклажан на капельном орошении / А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2008. – № 11 (47). – С. 74-77.

653. Шатковский А.П. Режим капельного орошения, водопотребление и продуктивность баклажана в зоне Степи Украины / А.П. Шатковский,

- Ю.А. Черевичный, А.С. Чабанов // Овощеводство. – 2013. – № 6 (102). – С. 74-77.
654. Шатковский А.П. Капельное орошение перца сладкого / А.П. Шатковский // Овощеводство. – 2008. – № 10 (46). – С. 62-65.
655. Шатковский А.П. Перец на капле. Режим капельного орошения, водопотребление и продуктивность перца сладкого / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный, А.С. Чабанов // Овощеводство. – 2013. – № 4 (100). – С. 72-75.
656. Шатковський А.П. Продуктивність цибулі ріпчастої залежно від режимів краплинного зрошення в умовах Степу Сухого / А.П. Шатковський, О.В. Журавльов, Ю.О. Черевичний // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 46-49.
657. Шатковский А.П. Режимы капельного орошения, водопотребление и урожайность раннего лука в зоне Степи Украины / А.П. Шатковский, В.В. Васюта, А.В. Журавлев, Ю.А. Черевичный // Овощи России. – 2015. – № 02 (27). – С. 16-21.
658. Шатковский А.П. Некоторые аспекты выращивания озимого чеснока на капельном орошении / А.П. Шатковский // Овощеводство и тепличное хозяйство. – М.: 2011. – № 5 – С. 61-63.
659. Шатковский А.П. Технология выращивания сахарной кукурузы на капельном орошении / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный, В.Т. Павловский // Овощеводство. – 2010. – № 2-3 (62-63). – С.53-55 – 74-76.
660. Шатковський А.П. Продуктивність цукрової кукурудзи за краплинного зрошення в умовах півдня України / А.П. Шатковський, В.Т. Павловський // Матеріали наук. – практ. конф. молодих учених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К., 2007. – С. 26-27.
661. Шатковский А.П. Тыква голосемянная. Некоторые аспекты технологии выращивания / А.П. Шатковський, Ю.А. Черевичный, В.И. Кныш // Овощеводство. – 2012. – № 5 (89). – С. 48-51.

662. Шатковський А.П. Удосконалення технології вирощування сої на насіння в умовах краплинного зрошення / А.П. Шатковський // Меліорація і водне господарство: міжвідомчий темат. наук. зб. – Вип. 101. – К.: Аграрна наука, 2014. – С. 205-212.
663. Шатковський А.П. До питання краплинного зрошення сої в інтенсивній овочевій сівозміні / А.П. Шатковський // Матеріали IV Міжнародної наукової конф. «Корми і кормовий білок» 26-27 червня 2012 р. – Вінниця, 2012. – С. 26-27.
664. Шатковський А.П. Буряк цукровий на зрошенні / А.П. Шатковський, І.М. Свидинюк // *Farmet.* – 2014. – № 05 (52). – С. 68-71.
665. Шатковский А.П. Состояние и перспективы орошения свеклы сахарной в Украине / А.П. Шатковский, И.Н. Свидинюк // *Зерно.* – 2016. – № 02 (107). – С. 54-56.
666. Шатковський А.П. Перспективи застосування краплинного зрошення для вирощування просапних культур польової сівозміни / А.П. Шатковський, Л.О. Семенко // Матеріали Міжнародної наук. – практич. конф. «Стан та перспективи застосування краплинного зрошення для інтенсифікації садівництва, виноградарства і овочівництва» 30 березня 2012 р. – Київ, 2012. – С. 8-9.
667. Шатковский А.П. В поисках идеального режима полива. Репортаж о ходе НИР по выращиванию кукурузы на зерно на капельном орошении / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный, А.В. Журавлев, О.А. Маринков // *Зерно.* – 2014. – № 7 (100). – С. 36-44.
668. Шатковский А.П. Совершенствование технологии капельного орошения кукурузы гибридов ДЕКАЛЬБ® / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный, А.В. Журавлев, О.А. Маринков // *Зерно.* – 2015. – № 6 (111). – С. 150-151.
669. Шатковський А.П. Краплинне зрошення кукурудзи: особливості технології та перспективи застосування / А.П. Шатковський // Матеріали Міжнар. наук. – практич. інтернет – конф. «Напрями розвитку сучасних систем землеробства» 11 грудня 2013 р. – м. Херсон, 2013. – С. 319-324.

670. Шатковский А.П. Лекарственные и эфиромасличные культуры на капельном орошении / А.П. Шатковский, А.Г. Губанев, Н.В. Приведенюк // Овощеводство. – 2014. – № 12 (119). – С. 62-67.
671. Шатковський А.П. Ліки на зрошенні / А.П. Шатковський, Н.В. Приведенюк // Farmer. – 2015. – № 10 (75). – С. 90-92.
672. Шатковський А.П. Вплив краплинного зрошення овочевої сівоzmіни на вміст елементів живлення, нітратів та щільність будови ґрунту / А.П. Шатковський, С.В. Рябков // Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Меліорація і водне господарство»: Вип. 96. – К.: Аграрна наука, 2008. – С. 61-66.
673. Шатковський А.П. Водоспоживання валеріани лікарської в умовах краплинного зрошення / А.П. Шатковський, Н.В. Приведенюк // Матеріали Всеукраїнської наук. – практи. конф. «Підвищення ефективності виробництва с.-г. продукції в Північно-Східному регіоні України» 20-21 лютого 2014 р. – Суми, 2014. – С. 78.
674. Шатковський А.П. Вплив краплинного зрошення на вміст біологічно активних речовин в сировині лікарських рослин / А.П. Шатковський, Н.В. Приведенюк, Л.А. Серета, В.А. Трубка // Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції молодих учених «Перспективні напрями наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур» 04-05 червня 2015 р. – Березоточа, 2015. – С. 18-21.
675. Шатковський А.П. Теоретичні аспекти застосування підґрунтового краплинного зрошення / А.П. Шатковський, С.В. Рябков, О.В. Журавльов, Ю.О. Черевичний // Матеріали Міжнародної наук.-практи. інтернет-конф. «Інноваційні розробки – підвищенню ефективності роботи агропромислового комплексу» 25 листопада 2015 р. – Херсон, ІЗЗ НААН, 2015. – С. 105-107.
676. Шатковский А.П. Требования овощных культур и картофеля к водному режиму почв / А.П. Шатковский, Ю.А. Черевичный // Овощеводство. – 2011. – № 03 (75). – С. 56-59.

677. Шатковський А.П. Параметри режимів краплинного зрошення та продуктивність буряків цукрових в зоні Степу України / А.П. Шатковський // Цукрові буряки. – 2016. – № 3. – С. 15-17.
678. Шатковський А.П. Основні вимоги, особливості та напрями проведення досліджень в умовах краплинного зрошення / А.П. Шатковський, Ю.О. Черевичний, О.В. Журавльов // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграрних наук України. – К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. – Вип. 22. – С. 50-54.
679. Шатковський А.П. Режими краплинного зрошення, водоспоживання та врожайність кукурудзи в зоні Степу України / А.П. Шатковський // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 95. – С. 100-105.
680. Шатковский А.П. Орошение овощных культур в Израиле / А.П. Шатковский, Е.Б. Ковальчук // Овощеводство. – 2007. – № 3 (27). – С. 64-68.
681. Шатковський А.П. Методи призначення строків вегетаційних поливів / А.П. Шатковський, А.С. Чабанов // Водне господарство України. – 2012. – № 04 (100). – С. 18-24.
682. Шатковский А.П. Экономические аспекты применения капельного орошения в овощеводстве открытого грунта / А.П. Шатковский, С.Р. Стасюк, В.В. Кныш // Овощеводство. – 2012. – № 9 (93). – С. 59-61.
683. Шатковський А.П. Економічна ефективність вирощування моркви при краплинному зрошенні / А.П. Шатковський // Овочівництво і баштанництво: Міжвід. темат. наук. зб., Вип. 52. – Харків: Магда, ЛТД, 2006. – С. 184-190.
684. Шатковський А.П. Особливості формування та параметри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення / А.П. Шатковський, О.В. Журавльов, Ю.О. Черевичний // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 15-19.

685. Шевченко И.В. Характер увлажнения почвы на виноградниках при различных способах полива / И.В. Шевченко // Виноградарство и виноделие. – К.: Урожай, 1978. – Вып. 21. – С. 31-35.
686. Шевчук І.В. Сучасні методи захисту плодово-ягідних та овочевих культур від шкідливих організмів / Шевчук І.В. – К.: Раритет, 2003. – 176 с.
687. Шеин Е. В. Курс физики почв / Е. В. Шеин. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
688. Шейнкин Ю.Г. Исследование и разработка капельного орошения овощных культур: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / Ю.Г. Шейнкин. – М., 1980. – 22 с.
689. Шейнкин Ю.Г. Капельное орошение огурца и томата / Ю.Г. Шейнкин // Картофель и овощи. – 1979. – № 6. – С. 34-37.
690. Шелудько О.Д. Вирощування соняшника на краплинному зрошенні / О.Д. Шелудько, В.Т. Гонтарук, В.І. Ставратій та ін. // Пропозиція. – 2015. – № 6. – С. 60-63.
691. Шепель А.В. Сумарне водоспоживання та середньодобове випаровування буряків цукрових при зрошенні / А.В. Шепель, П.В. Писаренко, В.Г. Пілярський // Таврійський науковий вісник: науковий журнал. – Вип. 75. – Херсон: Гринь Д.С., 2011. – С. 130-137.
692. Шерстобоева О.В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства / О.В. Шерстобоева // Агроекологічний журнал. – 2007. – № 1. – С. 67-70.
693. Шикуча М.К. Проблема калію в ґрунтозахисному землеробстві / М.К. Шикуча, Л.І. Кучер // Вісник Харківського національного аграрного університету: Зб. наук. пр. – Харків: Комуніст, 2004. – № 1. – С. 242-246.
694. Шляхов В.А. Элементы технологии выращивания раннего картофеля при капельном орошении: Материалы III научно-практической конференции / В.А. Шляхов, Р.И. Дубин. – Астрахань: Нова, 2005. – С. 44-46.

695. Шляхов В.А. Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания картофеля при капельном орошении в условиях аридной зоны Нижнего Поволжья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: 06.01.09 – растениеводство / В.А. Шляхов. – Астрахань, 2006. – 22 с.
696. Шмараев Г.Е. Сахарная кукуруза / Г.Е. Шмараев – Ленинград: Колос, 1970. – 52 с.
697. Штойко Д.А. Способи визначення строків поливу за метеорологічними показниками / Д.А. Штойко, І.І. Андрусенко // Зрошувальне землеробство. – 1968. – № 5. – С. 21-26.
698. Штойко Д.А. Розрахункові методи визначення сумарного випаровування і строків поливу с.-г. культур / Д.А. Штойко, В.А. Писаренко, О.С. Бичко, Л.І. Єлаженко // Зрошуване землеробство. – Вип. 22. – 1977. – С. 3-8.
699. Шуваев В.А. Опыт выращивания баклажанов при капельном орошении / В.А. Шуваев, Г.М. Кравцова, В.В. Королев, В.Н. Корешкова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 7-9.
700. Шумаков Б.А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа для проектирования режима орошения / Б.А. Шумаков // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Изд. АН СССР, 1957. – С. 370-376.
701. Шуравилин А.В. Формирование контуров увлажнения при капельном орошении картофеля на супесчаных почвах / А.В. Шуравилин, Т.М. Ахмед, Т.И. Сурикова // Природообустройство. – 2013. – № 2. – С. 23–27.
702. Щедрин В.Н. Влияние увлажнения почвы на урожайность и водопотребление картофеля / В.Н. Щедрин, В.А. Кулыгин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 5. – С. 23-25.
703. Щерба А.П. Капельный полив / А.П. Щерба, М.Н. Гришкевич, Т.А. Вишнякова // Картофель и овощи. – 1981. – № 1. – С. 28-29.
704. Щетина С.В. Технологічна оцінка окремих елементів вирощування баклажана при краплинному зрошенні у Правобережному Лісостепу

- України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.06 – овочівництво / С.В. Щетина. – К., 2007. – 20 с.
705. Щетина С.В. Господарсько-біологічна оцінка сортів і гібридів баклажана за вирощування на краплинному зрошуванні в умовах Правобережного Лісостепу України / С.В. Щетина, О.П. Накльока // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2011. – Вип. 7 (47). – С. 51-54.
706. Щоткін, В.М. Крапельні системи – найбільш прогресивний спосіб поливу / В.М. Щоткін // Пропозиція. – 2001. – № 6. – С. 48-50.
707. Юхименко К.П. Продуктивність томатів на краплинному зрошенні / К.П. Юхименко, В.В. Гамаюнова // Перспектива – Випуск 7 – Херсон: ХДАУ, 2008. – С. 51-54.
708. Юхименко К.П. Продуктивність томатів залежно від фону живлення при краплинному зрошенні / К.П. Юхименко, В.В. Гамаюнова // Перспектива – Випуск 7 – Херсон : ХДАУ, 2008. – С. 57-60.
709. Якість ґрунту. Визначання легкогідролізного азоту методом Корнфілда: ДСТУ 7863:2015. – [Чинний від 2016.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 11 с. (Національні стандарти України).
710. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА: ДСТУ 4405:2005. – [Чинний від 2006.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 11 с. (Національні стандарти України).
711. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 2005.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Національні стандарти України).
712. Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського: ДСТУ 4730:2007. – [Чинний від 2008.01.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 18 с. (Національні стандарти України).

713. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, IDT). – [Чинний від 2003.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с. (Національні стандарти України).
714. Якість ґрунту. Визначання загального азоту в модифікації ННЦ ПА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4726:2007. – [Чинний від 2008.01.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 10 с. (Національні стандарти України).
715. Якість ґрунту. Визначання обмінних кальцію, магнію, натрію в ґрунті за Шолленбегером в модифікації ННЦ ПА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 7861:2015. – [Чинний від 2016.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 10 с. (Національні стандарти України).
716. Якість ґрунту. Визначення рН: ДСТУ ISO 10390:2001. – [Чинний від 2003.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – 7 с. (Національні стандарти України).
717. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національні стандарти України).
718. Якість ґрунту. Визначення вмісту карбонатів. Об'ємний метод: ДСТУ ISO 10693:2001. – [Чинний від 2003.07.01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 12 с. (Національні стандарти України).
719. Якість ґрунту. Визначення структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Савінова: ДСТУ 4744:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с. – (Національні стандарти України).
720. Якість ґрунту. Визначення ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію (ISO 11260:1994, IDT): ДСТУ ISO 11260:2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 16 с. – (Національні стандарти України).

721. Якість ґрунту. Визначення щільності твердої фази піктонометричним методом: ДСТУ 4745:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с. – (Національні стандарти України).
722. Якість ґрунту. Визначання повної вологоємності ґрунту методом насичення в циліндрах: ДСТУ 5095:2008. – [Чинний від 2009-03-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 8 с. – (Національні стандарти України).
723. Якість ґрунту. Визначення тиску порової води. Метод з використанням тензіометра: ДСТУ ISO 11276-2001. – [Чинний від 2003-01-01]– К.: Держстандарт України, 2002. – 19 с.
724. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності: ДСТУ 7537:2014. – [Чинний від 2015-04-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2015. – 12 с. – (Національні стандарти України).
725. Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування: ДСТУ ISO 14255-2005. – [Чинний від 2006-10-01]– К.: Держстандарт України, 2006. – 11 с.
726. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії: ДСТУ 7286:2012. – [Чинний від 2013-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2013. – 14 с.
727. Яковенко Е.А. Режим орошения и водопотребления сахарной свеклы в Ростовской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Яковенко Елена Александровна. – Новочеркасск, 2007. – 181 с.
728. Яковенко Е.А. Внедрение рационального режима орошения сахарной свеклы на предкавказских черноземах Ростовской области / Е.А. Яковенко // Пути повышения эффективности использования орошаемых земель: Сборник научных трудов ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2005. – С. 132-137.

729. Яковенко К.І. Сучасні технології в овочівництві / К.І. Яковенко, Т.К. Горова, А.І. Яшук // За ред. К.І. Яковенка – Харків: Ксипон, 2001. – 126 с.
730. Яковлев С.О. Коренева система сільськогосподарських культур при зрошенні / С.О. Яковлев // Зрошення. Наукові праці УкрНДГіМ. – Вип. 81/7. – К.: Державне видавництво сільськогосподарської літератури, 1962. – С. 40-45.
731. Яновський С.С. Скарб, до якого не дотягнутися. Біля меліоративних систем – без зрошення господарюють на «золотоносних» полях Таврії / С.С. Яновський // газета «Голос України». – 15 січня 2013 р. – № 08 (5508). – С. 10.
732. Ярошенко С.В. Влияние капельного орошения на концентрацию солей в зоне увлажнения / С.В. Ярошенко, Н.Ф. Сикан // Мелиорация и водное хозяйство. – 1979. – Вып. 46. – С. 9-11.
733. Ясониди О.Е. Капельное орошение / О.Е. Ясониди, В.Ф. Галиняк // Картофель и овощи. – 1985. – № 1. – С. 28-29.
734. Яцюк З.Ф. Обоснование режимов орошения и элементов агротехники тритикале, яровой пшеницы и сои для Степной зоны Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие» / З.Ф. Яцюк. – К., 1981. – 18 с.
735. Яцюк З.Ф. Поливной режим овощных культур / З.Ф. Яцюк, В.В. Передерий // Информационный листок о передовом производственно-техническом опыте. – Запорожье, МТЦНТИ. – № 079-1989.– 4 с.
736. Agroeconomic Analyses of Drip Irrigation for Sugarbeet Production / Florence Cassel Sharmasarkar, Shankar Sharmasarkar, Larry J. Held, Stephen, D. Mille, George F. Vance, Renduo Zhang // Agronomy Journal. – Vol. 93 No. 3, p. 517-523, Received: Jan 28, 1999.
737. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements // FAO Irrigation and drainage

paper 56 // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 1998.

738. A.R. Werker, K.W. Jaggard Dependence of sugar beet yield and evapotranspiration / Agricultural and Forest Meteorology, Volume 89, Issues 3–4, 20 February 1998, Pages 229-240.

739. A. Shatkovsky. Formation pattern of drip irrigation for crops subject to soil moisture / A. Shatkovsky // 22nd International congress on irrigation and drainage. Gwangju, Republic of Korea, 2014 – Q59.2.27 – p. 336.

740. A. Shatkovsky. State, perspectives and scientifically support of irrigation development in Ukraine – Poster / A. Shatkovsky // International conference "ICID 26th ERC and 66th IEC Meeting / Irrigation /. 11-16 oct. 2015, Montpellier, France.

741. Blaney H.F. Determining Water Requirements in Irrigated Areas from Climatologically and Irrigation Data / H.F. Blaney, W.D. Criddle // US Soil Cons. Serv. SCS-TR-96, 1950. – 48 p.

742. Blaine Hanson. Crop Coefficients. – Davis, University of California, 2008. – 54 p.

743. Cuanto y regar en riego por goteo. – Centro Metodos Avanzados de Riego, 1979. – № 3. – p. 65-86.

744. David M. Sumnera, Jennifer M. Jacobsb. Utility of Penman–Monteith, Priestley–Taylor, reference evapotranspiration, and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration // Journal of Hydrology. – 2005. – № 308. – P. 81-104.

745. E. Farg, S.M. Arafat, M.S. Abd El-Wahed, A.M. El-Gindy Estimation of Evapotranspiration E_{Tc} and Crop Coefficient K_c of Wheat, in south Nile Delta of Egypt Using integrated FAO-56 approach and remote sensing data. // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. – 2012. – № 15. – P. 83-89.

746. Evaluation and Comparison of Drip and Conventional Irrigation Methods on Sugar Beets in a Semiarid Region / Houshang Ghamarnia, Issa Arji, Saloome Sepehri, Samera Norozpour, Erfan Khodaei // *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. – Volume 138, Issue 1 (January 2012).
747. Goyal M.R., Gonzalez E.A., Rivera L.E. – Sweet pepper response to drip, microsprinkler and furrow irrigation. – *Amer. Soc. Of agr. Engineers*. – 1987. – № 1012. – p. 13-16.
748. iMetos-ECO-D2 / A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management [Электронный ресурс] / Режим доступа:
<http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2>
749. John E. Maize Cobs and Cultures: History of Zea mays L / John E. Staller – Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010. – P. 145-344.
750. Karpf, F. Praxismässige Eignung der Tropfbewässerung in Ackerkulturen. – *Prakt. Landtechn.* 1987. 40, 7; p. 239-241.
751. Kovalenko P., Mikhajlov Yu, Zhovtonog O. Water Resources Management in Ukraine // ERWG letter ICID. Bonn: – 2000. – № 1. – P.11-13.
752. Kovalenko P., Zhovtonog O. Sustainable Irrigation management in Transition Economy // ERWG letter ICID. Bonn: – 2001. – № 1. – P. 11-12.
753. Lavrynenko Y.O. Scientific and practical substantiation of the cultivation technology of corn hybrids under drip irrigation / Lavrynenko Y.O., Snihovyi V.S., Kokovikhin S.V. // *Tavriys'kyi naukovyj visnyk*. – Kherson: Hrin' D.S., 2013. – issue 92. – p. 64-68.
754. Penman H.L. Evaporation. An Introductory Survey / H.L. Penman // *Neth. J. Agr. Sci.*, 1956 / – Vol. 4 – P. 9-29.
755. Ramazan Topak Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey / Ramazan Topak, Sinan Süheri, Bilal Acar // *Irrigation Science*. – 01/2010; 29 (1):79-89. DOI: 10.1007/s00271-010-0219-3.
756. Reinders F.B. Micro-irrigation: world overview on technology and utilization // Keynote address at the opening of the 7th International MicroIrrigation Congress in Kuala Lumpur, Malaysia, 2006.

757. Richard G. Allen. Penman-Monteith Evapotranspiration Calculations: Reference ET and Crop Coefficients. - Colorado Evapotranspiration Workshop March 12. – 2010. – 124 p.
758. S.A. Kulkarni, F.B. Reinders, and F. Ligetvari Global Scenario of Sprinkler and Micro Irrigated Areas 7th International Micro Irrigation Congress.
759. Sprinkler and Micro Irrigated Area [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.icid.org/sprinkler%20and%20micro%20irrigated%20area.pdf>
760. Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method). [Электронный ресурс].
– Режим доступа: <http://edis.ifas.edu/ae459>
761. Szymanek M. Sweet corn: Harvest and technology, physical properties and quality / M. Szymanek, B. Dobrzanski, I. Niedziolka, R. Rybczynski. – Lublin: Polish Academy of Sciences, 2006. – 227 p.
762. The State of Food Insecurity in the World 2015 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.fao.org/hunger/en/>

ДОДАТКИ





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **88997** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
A01B 79/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2013 12257</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.10.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2014, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лимар Володимир Анатолійович (UA), Шатковський Андрій Петрович (UA), Наумов Анатолій Олексійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ПІВДЕННА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ ІНСТИТУТУ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Червоноармійська, 71, м. Гола Пристань, 75600 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ

(57) Реферат:

Спосіб вирощування перцю солодкого при краплинному зрошенні включає: основний і передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, висадку розсади та догляд за рослинами, зрошення, збір плодів. Проводять одночасно внесення з поливною водою мінеральних добрив нормою $N_{33}P_{53}$ по схемі, висадка розсади Р - 40 %, N - 20 %, початок технічної стиглості Р - 50 %, N - 60 %, за період збирання урожаю Р - 10 %, N - 20 %, та підтриманням вологості в міжфазний період від висаджування розсади до початку плодоношення в 0,3 м шарі ґрунту на рівні 90 % найменшої вологості. Починаючи з фази плодоношення підтримується вологість ґрунту в 0,5 м шарі ґрунту 80 % найменшої вологості, густина стояння рослин складає 60 тис. шт./га.

UA 88997 U



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89002** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
A01B 79/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2013 12277</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.10.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2014, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лимар Володимир Анатолійович (UA), Шатковський Андрій Петрович (UA), Наумов Анатолій Олексійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ПІВДЕННА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ ІНСТИТУТУ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Червоноармійська, 71, м. Гола Пристань, 75600 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНІВ ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ

(57) Реферат:

Спосіб вирощування баклажанів при краплинному зрошенні включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, висадку розсади та догляд за рослинами, зрошення, збір плодів. Проводять одночасно внесення з поливною водою мінеральних добрив нормою $N_{520}P_{135}K_{74}$ за схемою, висадку розсади РК - 40 %, N - 20 %. При цьому початок технічної стиглості РК - 50 %, N - 60 %, період збирання урожаю РК - 10 %, N - 20 % та підтримання вологості в міжфазовий період "висаджування-зав'язування" плодів в 0,3 м шарі ґрунту на рівні 75 % найменшої вологості. Починаючи з фази зав'язування плодів до кінця вегетації підтримують вологість ґрунту в 0,4 м шарі ґрунту 80 % найменшої вологості, густина стояння рослин складає 30 тис. шт./га.

UA 89002 U



(11) 78549

(19) UA

(51) МПК (2013.01)
A01D 93/00

(21) Номер заявки: u 2012 10097
 (22) Дата подання заявки: 22.08.2012
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.03.2013
 (46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 25.03.2013, Бюл. № 6

(72) Винахідники:
 Ромащенко Михайло Іванович, UA,
 Шатковський Андрій Петрович, UA,
 Черевичний Юрій Олександрович, UA

(73) Власник:
 ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ,
 вул. Васильківська, 37, м. Київ-22, 03022, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб вирощування томатів для переробки, який включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, основне внесення мінеральних добрив, посів (садіння розсади), догляд за рослинами та збирання врожаю, який відрізняється тим, що за допомогою краплинного зрошення при проведенні вегетаційних поливів підтримують диференційований рівень передполивної вологості ґрунту 80-85-70 % від найменшої вологомісткості, проводять фертигацію, шляхом дискретного внесення дози мінеральних добрив NPK, яку розраховують балансовим методом на проектну врожайність з урахуванням вмісту у ґрунті рухомих елементів живлення NPK, їх використання із ґрунту та добрив, а також використовують двострічкову схему садіння (сівби), де одним поливним трубопроводом зрошують дві посівні (садивні) стрічки рослин.



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 78549 (13) U
(51) МПК (2013.01)
A01D 93/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 10097	(72) Винахідник(и): Ромашенко Михайло Іванович (UA), Шатковський Андрій Петрович (UA), Черевичний Юрій Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.08.2012	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Васильківська, 37, м. Київ-22, 03022 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.03.2013	(74) Представник: Логунова Наталія Володимирівна
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2013, Бюл.№ 6	

(54) СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ

(57) Реферат:

Спосіб вирощування томатів для переробки включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, основне внесення мінеральних добрив, посів (садіння розсади), догляд за рослинами та збирання врожаю. За допомогою краплинного зрошення при проведенні вегетаційних поливів підтримують диференційований рівень передполивної вологості ґрунту 80-85-70 % від найменшої вологомісткості, проводять фертигацію шляхом дискретного внесення дози мінеральних добрив NPK, яку розраховують балансовим методом на проектну врожайність з урахуванням вмісту у ґрунті рухомих елементів живлення NPK, їх використання із ґрунту та добрив, а також використовують двострічкову схему садіння (сівби), де одним поливним трубопроводом зрошують дві посівні (садивні) стрічки рослин.

UA 78549 U



(11) 107046

(19) UA

(51) МПК (2016.01)
A01C 21/00
A01B 79/02 (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2015 07883**

(22) Дата подання заявки: **07.08.2015**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.05.2016**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.05.2016, Бюл. № 10**

(72) Винахідники:
Шатковський Андрій Петрович, UA,
Губаньов Олександр Георгійович, UA,
Приведенюк Назар Валерійович, UA

(73) Власник:
ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ІНСТИТУТУ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ,
вул. Леніна, 16-а, с.
Березоточа, Лубенський р-н,
Полтавська обл., 37535, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИРОЩУВАННЯ ВАЛЕРІАНИ ЛІКАРСЬКОЇ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб вирощування валеріани лікарської за краплинного зрошення, який включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, основне внесення мінеральних добрив, сівбу, догляд за рослинами та збирання врожаю, який відрізняється тим, що за озимої сівби культури, підтримують вологість ґрунту на рівні 90% від найменшої вологості, використовують систему краплинного зрошення, проводять підживлення методом дискретного внесення та збирання врожаю коренів з кореневищами у першу декаду жовтня через один рік після сівби.



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
УПРАВЛІННЯ ПІВНІЧНО-КРИМСЬКОГО КАНАЛУ

вул. Героїв Сталінграду, 11 м.Нова Каховка м.Таврійськ, Херсонська обл., 74988
e-mail: skk@kahovka.net, uskk@ukr.net, www.uskk.kahovka.net
комунітатор Нова Каховка тел.(05549) 7-33-77. тел./Факс 7-35-34, код за ЄДРНОУ 01034656

15.04.2016 № 04/231

ДОВІДКА

Цією довідкою засвідчуємо, що розроблені в Інституті водних проблем і меліорації НААН, за безпосередньої участі к.с.-г.н. Шатковського Андрія Петровича, «Тимчасові норми водопотреби для краплинного зрошення сільськогосподарських культур в умовах Степу України» використовуються в Управлінні Північно-Кримського каналу при укладанні договорів на послуги з подачі води з ПКК за умови відсутності приладів водообліку та для розрахунку об'ємів річного водоспоживання при вирощуванні сільгоспкультур для оформлення дозволу на спеціальне водокористування.

Начальник Управління
Північно-Кримського каналу
М.П.

 Романенко О.О.

Нач. відділу водокористування
та використання водних
ресурсів УПСК

 Тарапун Н.М.

А К Т
впровадження результатів дисертаційних досліджень
Шатковського А.П. (Інститут водних проблем і меліорації НААН)

Протягом 2014-2015 рр. в ТОВ «АТФ «АГРО-ДІЛО» (Жовтневий район Миколаївська область) пройшла апробацію та виробниче впровадження технологія вирощування буряку цукрового за краплинного зрошення.

Впроваджені елементи технології: краплинне зрошення із РПВГ 80-70 % від НВ на фоні густоти рослин 111,1 тис. рослин/га, строк збирання коренеплодів – III декада жовтня. Площа впровадження – 96 га.

Крім цього, в ТОВ «АТФ «АГРО-ДІЛО» пройшов апробацію адаптований до умов краплинного зрошення Степу України розрахунковий метод призначення строків поливів за «Penman-Monteith».

Представник господарства
 Директор
 ТОВ «АТФ «АГРО-ДІЛО»
 Бучацький І.М.



Представники ІВПіМ НААН
 Директор
 Романенко М.І.

Заст. директора
 Шатковський А.П.

МП



Товариство з обмеженою відповідальністю "Імперіал Агро ЛТД"
73032, м. Херсон, пр. Зрошувальний, 16 ЄДРПОУ 33172414 тел/факс: (05542) 44555, 44580
e-mail: imperialagrottd@gmail.ru
Limited Liability Company "Imperial Agro", 16 Zroshuvalny pr., Kherson UKRAINE 73032

Довідка про впровадження науково – технічних розробок

Автор розробки та організація: Шатковський Андрій Петрович, Інститут водних проблем і меліорації НААН.

Назва розробки: елементи технології вирощування сої за краплинного способу поливу для умов Степу України.

Впродовж 2013-2015 рр. на землях ТОВ «Імперіал Агро ЛТД» впроваджено елементи технології вирощування сої: спосіб поливу – краплинне зрошення, режим зрошення із диференційованим рівнем зволоження ґрунту 80-80-70 % від НВ, густота рослин – 417 тис.га.

Основні результати впровадження
Площа: 2013 р. – 42 га; 2014 р. – 48 га; 2015 р. – 53 га
Середня врожайність (2013-2015 рр.) на контролі (дощування) – 3,7 т/га
Середня врожайність (2013-2015 рр.) на дослідно-виробничій ділянці – 5,5 т/га
Економічна ефективність – додатковий умовний ЧП 14,2 тис.грн/га, зростання рівня рентабельності на 14-16 %.
Додаткові показники: зниження питомих витрат поливної води на формування 1 тони врожаю бобів сої на 24,3 %.

Директор
ТОВ «Імперіал Агро ЛТД»
МП



А. С. Пержинський

Представник розробника,
заст. директора ІВПіМ НААН
МП



А.П. Шатковський



А К Т
про впровадження результатів, отриманих у дисертаційній роботі
Шатковського Андрія Петровича

Наукова розробка, впроваджена у господарстві	Місце, рік і об'єм впровадження	Впроваджені агрозахід	Результати
Параметри технології краплинного зрошення кукурудзи на зерно	Херсонська область, Каховський район, ПрАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл». Загальна площа – 180 га	Спосіб поливу, режим краплинного зрошення кукурудзи, схема розміщення рослин, гібриди кукурудзи	Порівняно із прийнятою в господарстві технологією впроваджені агрозаходи забезпечили: - зростання врожайності зерна на 3,2-3,9 т/га; - скорочення питомих витрат води на одиницю врожаю (-17-20 %); - економічний ефект: ЧП=11,15 тис.грн/га, рентабельність виробництва – 33 %

Представники господарства

Директор
 МП «ФРІДОМ ФАРМ
 ІНТЕРНЕТІ»
 ГОЛУБОНОМ'С

Чуприна А.П.

Ляшенко С.І.



Представники ІВПІМ НААН

Заст. директора
 МП
 Зав. Брильвівським опорним пунктом

Шатковський А.П.

Черевичний Ю.О.

А К Т
про впровадження результатів, отриманих у дисертаційній роботі
Шатковського Андрія Петровича

Наукова розробка, впроваджена у господарстві	Місце, рік і об'єм впровадження	Впроваджений агрозахід	Результати
Параметри технології краплинного зрошення кукурудзи на зерно	Херсонська область, Нижньосірогозький район, ТОВ «Агротехнології». Загальна площа – 156 га	Спосіб поливу, режим краплинного зрошення кукурудзи, схема розміщення рослин, гібриди кукурудзи	Порівняно із прийнятою в господарстві технологією впроваджені агрозаходи забезпечили: - зростання врожайності зерна на 2,9-3,4 т/га; - скорочення питомих витрат води на одиницю врожаю (-15-21 %); - економічний ефект: ЧП=10,36 тис.грн/га, рентабельність виробництва – 31 %

Представники господарства

Директор «АГРО-ТЕХНОЛОГІЇ»
 МП
 Голо агроном

Стрижеус О.О.

Глибін С.Б.



Представники ІВПІМ НААН

Заст. директора
 МП

Шатковський А.П.

Зав. Брилівським опорним пунктом

Черевичний Ю.О.

А К Т
про впровадження результатів, отриманих у дисертаційній роботі
Шатковського Андрія Петровича

Наукова розробка, впроваджена у господарстві	Місце, рік і об'єм впровадження	Впроваджені агрозаходи	Результати
Параметри технології краплинного зрошення кукурудзи на зерно	Херсонська область, Каховський район, ТОВ «Таврія Агроінвест». Загальна площа – 210 га	Спосіб поливу, режим краплинного зрошення кукурудзи, схема розміщення рослин, гібриди кукурудзи	Порівняно із прийнятою в господарстві технологією впроваджені агрозаходи забезпечили: - зростання врожайності зерна на 3,7-4,1 т/га; - скорочення питомих витрат води на одиницю врожаю (-19-21 %); - економічний ефект: ЧП=13,15 тис.грн/га, рентабельність виробництва – 37 %

Представники господарства

Директор
МП

Хоменко А.В.

Гол.агроном

Тужанський Ю.В.



Представники ІВПІМ НААН

Заст. директора
МП

Шатковський А.П.

Зав. Брилівським
огорним пунктом

Черевичний Ю.О.



АРТ-ГЛАСС

Мале колективне підприємство
«Арт-Гласс»

Україна, 74200, Херсонська обл., м. Кіровоград, вул. Південна, буд. 4
КІН 231307621034, свідоцтво ПДВ 200002999, код за ЄДРПОУ 23130768, РНР 20000173763 в АТ «Райфайнбанк Банк Аванс», МФО 380805
Тел.: (05536) 5-50-88, факс: (05536) 5-50-18
e-mail: secretary@artglass.net

Вих. № 62 від 23.12.2015р.

Справка
о внедрении результатов научных исследований
режимов капельного орошения овощных культур и картофеля
Результаты внедрения:

Вариант	Урожай- ность, т/га	Прирост урожайности	
		т/га	%
<i>Перец сладкий рассадный</i>			
Базовая технология	55,9	-	-
Капельное орошение — 85% НВ			
Усовершенствованная:	67,0	11,1	19,9
Капельное орошение — 90-80% НВ			
<i>Баклажан рассадный</i>			
Базовая технология	41,1	-	-
Капельное орошение — 80% НВ			
Усовершенствованная:	47,3	6,2	15,1
Капельное орошение — 75-85% НВ			
<i>Лук репчатый раннеспелый</i>			
Базовая технология	50,3	-	-
Капельное орошение — 85% НВ			
Усовершенствованная:	60,3	10,0	19,9
Капельное орошение — 90% НВ			
<i>Картофель ранний</i>			
Базовая технология	25,3	-	-
Капельное орошение — 75% НВ			
Усовершенствованная:	28,4	3,1	12,2
Капельное орошение — 80% НВ			

Директор
МКП «АРТ – ГЛАСС»
МП

Представитель ИВПиМ,
автор разработок,
зам. директора ИВПиМ НААН

МП

А.В. Белоус

А.П. Шатковский

ФГ «ФАВОРИТ»
ГОЛОПРИСТАНСЬКОГО РАЙОНУ
ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

АКТ

Про виробничу перевірку технології краплинного зрошення
цибулі ріпчастої на загальній площі 12 га
від 10.10.2013 р.

Результати впровадження:

Варіант	Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
Без зрошення	15,1	-	-
Базова технологія Краплинне зрошення — 80%НВ	45,9	30,8	203,9
Удосконалена технологія: Краплинне зрошення, РПВГ 90%НВ	53,2	38,1	252,3

Результати перевірки показали, що впровадження базової технології забезпечило збільшення чистого прибутку на 8900 грн/га при краплинному зрошенні з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% від НВ. Впровадження удосконаленої технології забезпечило збільшення чистого прибутку на 18750 грн/га при краплинному зрошенні з постійним рівнем передполивної вологості ґрунту 90% від НВ.

Директор ФГ



I.I. Yalanskyi
І.І. Яланський

Завідувач лабораторії
технологій зрошення
с/г культур ІВПіМ

Y.O. Cherevichnyi
Ю.О. Черевичний

11-10-2013 р.

ФГ «ФАВОРИТ»
ГОЛОПРИСТАНСЬКОГО РАЙОНУ
ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

АКТ

Про виробничу перевірку технології краплинного зрошення кавуна

Результати впровадження

Варіант	Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
Без поливу (богарний)	20,0	-	-
Краплинне зрошення – 75%НВ–реком. доза добрив	47,3	27,3	136,5
Краплинне зрошення – 65-75-70%НВ–реком. доза добрив	45,5	25,5	127,5

Результати перевірки показали, що впровадження запропонованої технології забезпечило збільшення чистого прибутку на 3600 грн/га при краплинному зрошенні з диференційованим рівнем передполивної вологості ґрунту (65-75-70% НВ) та рекомендованою дозою внесення добрив і 4300 грн/га при краплинному зрошенні з постійним рівнем передполивної вологості ґрунту (75% НВ) та рекомендованою дозою внесення добрив порівняно з вирощуванням кавуна за традиційною технологією.

Директор ФГ «Фаворит»

12.10.2010.



Яланський І.І.

АКТ
Про виробничу перевірку технології краплинного зрошення кавуна

Наукова розробка, впровадження у виробництво	Місце, рік та об'єм впровадження	Впроваджений захід	Результати впровадження			
			Урожайність, т/га	Приріст урожайності		
				Краплинне зрошення	т/га	%
Параметри технології вирощування кавуна	Херсонська обл., Голопристанський р-н., с. Нова Збурівка, 2010р.: краплинне зрошення - 10 га	Режим зрошення та мінерального живлення	20,2	48,6	28,4	141,0

Результати перевірки показали, що впровадження запропонованої технології забезпечило збільшення чистого прибутку на 4280 грн/га при краплинному зрошенні з постійним рівнем передіювальної вологості ґрунту (75% НВ) та рекомендованою дозою внесення добрив порівняно з вирощуванням кавуна за традиційною технологією.



Директор

Мінєєва Оксана Іллівна

15.10.2010р.

**СПРАВКА
О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ
Шатковского Андрея Петровича**

Предмет внедрения	Место, время и объем внедрения	Мероприятия	Полученные результаты
Технология капельного орошения кукурузы	Запорожская область, Каменско-Днепровский район, ПАТ «Племзавод Степной» 2013 г.: – 52 га; 2014 г.: – 114 га; 2015 г – 132 га.	Способ полива, режим капельного орошения – уровень предполивной влажности почвы	Внедрение предложенных мероприятий увеличило урожайность зерна кукурузы (по сравнению с дождеванием) на 5,2-6,5 т/га, что обеспечило уменьшение себестоимости 1 тонны на 10-17 %, увеличить рентабельность производства зерна на 10,0-14,1 %, а чистую условную прибыль на +3740- +6532 грн/га



Генеральный
Директор ПАТ

МП

А.А. Волков

А К Т

про впровадження результатів, отриманих при виконанні розділу НДР 04.02.03.02 П у 2013 р.
«Розробка інтенсивних технологій краплинного зрошення пропасних культур в умовах Північного Степу України»

Наукова розробка, впроваджена у господарстві	Місце, рік і об'єм впровадження	Впроваджений захід	Результати
Параметри технології краплинного зрошення перцю солодкого, баклажана розсадного та сої.	Запорізька обл., Кам'янсько-Дніпровський район, приватне багате профільне «Іскра». 2013 р.: краплинне зрошення перцю – 2,2 га; краплинне зрошення баклажана – 3,0 га; краплинне зрошення сої – 1,3 га	Рівень передполивної вологості ґрунту (перець 90-80% НВ і баклажан 75-85% НВ). Стрічковий спосіб із локальним зволоженням ґрунту (соя).	Отримано врожайності перцю солодкого – 54 т/га баклажана – 62 т/га сої – 6,2 т/га. Економія поливної води, за рахунок оптимізації режиму зрошення на перці і баклажані – 20% або 1000-1200 м ³ /га.

Директор

Директор КДДС

В.А. Железняк

В.В. Удовенко



Акт

впровадження результатів дисертаційних досліджень
Шатковського А.П. (Інститут водних проблем і меліорації НААН)

Протягом 2009-2011 рр. у ФГ «Фаворит» пройшла апробацію та виробниче впровадження **технологія вирощування кавуна за краплинного зрошення**. Впроваджені елементи технології: режим краплинного зрошення із рівнем зволоження 75-75-75 % від НВ ґрунту, режим мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{60}$ та схема сівби 1,4x1,1 м. Площа впровадження – 2009 р. – 10 га, 2010 р. – 10 га, 2011 р. – 55 га.

Результати впровадження: збільшення умовного чистого прибутку на 5520 грн/га за краплинного зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 75 % НВ та рекомендованою дозою внесення мінеральних добрив порівняно з вирощуванням кавуна за традиційною технологією. За цього норма краплинного зрошення була нижчою на 200-250 м³/га, коефіцієнт водоспоживання знижено на 20-24 % (до 40-45 м³/т).

Представник господарства
Директор ФГ «Фаворит»



Яланський І.І.



Представник ІВПІМ НААН
Кандидат с/г наук

Шатковський А.П.
Зав. Бондівським ОП ІВПІМ

Черевичний Ю.О.

МП

Акт

впровадження результатів дисертаційних досліджень
Шатковського А.П. (Інститут водних проблем і меліорації НААН)

Протягом 2013-2015 рр. у ФГ «Фаворит» пройшла апробацію та виробниче впровадження технологія краплинного зрошення цибулі ріпчастої ранньостиглої. Впроваджений елемент технології: режим краплинного зрошення із рівнем зволоження 90 % від НВ кореневого шару ґрунту. Використаний гібрид – Sierra Blanca F1 («Seminis»), попередник – пшениця озима, контроль вологозапасів – за допомогою тензіометричних датчиків типу ВВТ-П.

Площа впровадження – 2013 р. – 15 га, 2014 р. – 30 га, 2015 р. – 75 га.

Результати впровадження: збільшення умовного чистого прибутку на 11650 грн/га за краплинного зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 90 % НВ порівняно з варіантом 80-85 % від НВ. За цього норма краплинного зрошення була вищою на 370-420 м³/га, але коефіцієнт водоспоживання знижено на 16-19 % (до 72-75 м³/т).

Представник господарства
Директор ФГ «Фаворит»



Яланський І.І.

Представник ІВПіМ НААН
Зав. Бридівським ОП ІВПіМ
Шатковський А.П.
Черевиний Ю.О.

МП

Додаток Б

Площі дощування та мікрозрошення у світі
(за даними звіту МКІД за 2014-2015 рр. [759])

№ з/п	Країна	Рік даних	Площа, тис. га		
			дощування	мікрозрошення	Д + МЗ
1	2	3	4	5	6
1	Індія	2010	3044,94	1897,28	4942,220
2	Іспанія	2014	852,189	1756,138	2608,327
3	Китай	2009	2926,71	1669,270	4595,980
4	США	2009	12348,178	1639,676	13987,854
5	Бразилія	2013	3857,104	621,346	4478,450
6	Іран	2015	802,00	594,00	1396,000
7	Італія	2013	958,535	422,534	1381,069
8	Республіка Корея	2009	200,00	400,00	600,000
9	Південна Африка	2007	920,059	365,342	1285,401
10	Туреччина	2012	680,00	340,000	1020,000
11	Австралія	2005	690,20	214,200	904,400
12	Мексика	1999	400,00	200,00	600,000
13	Саудівська Аравія	2004	716,00	198,00	914,000
14	Ізраїль	2000	60,000	170,00	230,000
15	Єгипет	2000	450,00	104,00	554,000
16	Франція	2011	1379,80	103,30	1483,100
17	Україна	2013	538,30	75,50	613,800
18	Сирія	2000	93,00	62,00	155,000
19	Японія	2013	430,00	60,00	490,000
20	Російська Федерація	2012	2500,00	47,00	2547,000
21	Португалія	2009	40,00	25,00	65,000
22	Чілі	2006	16,00	23,00	39,000
23	Австрія	2011	117,00	20,00	137,000
24	Казахстан	2013	1400,00	17,00	1417,000
25	Молдова	2012	145,00	15,00	160,000
26	Фінляндія	2010	60,00	10,00	70,000
27	Китайський Тайбей	2009	18,850	8,750	27,600
28	Марокко	2003	189,750	8,250	198,000

1	2	3	4	5	6
29	Польща	2008	5,000	8,000	13,000
30	Угорщина	2008	185,00	7,000	192,000
31	Філіппіни	2004	7,175	6,635	13,810
32	Канада	2004	683,029	6,034	689,063
33	Великобританія	2005	105,00	6,000	111,000
34	Малаві	2000	43,193	5,450	48,643
35	Німеччина	2005	525,00	5,112	530,112
36	Чехія	2007	11,000	5,075	16,075
37	Малайзія	2009	2,000	5,000	7,000
38	Румунія	2008	448,00	4,000	452,000
39	Болгарія	2009	21,000	3,210	24,210
40	Словаччина	2000	93,000	2,650	95,650
41	Узбекистан	2014	5,000	2,000	7,000
42	Македонія	2008	5,000	1,112	6,112
43	Словенія	2009	8,072	0,733	8,805
44	Азербайджан	2013	610,00	0,605	610,605
45	Естонія	2013	0,115	0,514	0,629
46	Буркіна Фасо	2015	4,500	0,285	4,785
47	Ірак	2015	0,544	0,052	0,596
РАЗОМ:		-	38595,240	11136,05	49731,296

Додаток В
копії Атестатів УААН та НААН
на стаціонарні польові досліді:

- В 1 – Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН «Розробити елементи технологій вирощування овочевих культур при мікрозрошенні» (№ 081, 2004 р.);**
- В 2 – Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН «Розробити елементи технологій вирощування просапних культур при мікрозрошенні» (№ 18, 2004 р.);**
- В 3 – Брилівського опорного пункту ІВПіМ НААН «Розробити елементи технологій вирощування овочевих культур при краплинному зрошенні» (№ 19, 2013 р.);**
- В 4 – Південної державної сільськогосподарської дослідної станції ІВПіМ НААН «Вивчити закономірності водоспоживання овоче-баштанних культур на системах мікрозрошення» (№ 20, 1992 р.).**



УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК

АТЕСТАТ

№ 081

на стаціонарний польовий дослід Жам'янсько-Дніпровська дослідна станція
(назва установи)

Інституту гідротехніки і меліорації

„Розробити елементи технологій вирощування овочевих культур при
(повна назва досліду, рік закладки)

мікрозрошенні». Дослід закладено в 2004 році

Основні завдання:

- визначити вплив режимів зрошення, способів поливу, доз мінеральних добрив на продуктивність овочевих культур;
- встановити показники подоспівання залежно від прийомів технологій вирощування овочевих культур;
- виконати економічну оцінку ефективності елементів технологій вирощування овочевих культур

Керівники досліду:

Ромашенко М.І. (2004-2005 рр.)

(П.І.Б.)

Президент

(підпис)

Дата: 16.03.2006



М.В. Зубець

(П.І.Б.)



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

АТЕСТАТ № 18

на стаціонарний польовий дослід Кам'янсько-Дніпровська
(назва установи)

дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації

Розробити елементи технологій вирощування просапних культур
при мікрозрошенні, 2004 р.

(повна назва дослід, рік закладки)

Основні завдання:

- визначити вплив режимів зрошення, способів поливу, схем сівби (садіння) і доз мінеральних добрив на продуктивність просапних культур;
- встановити показники та закономірності процесів водоспоживання залежно від технологічних прийомів вирощування;
- розрахувати економічну та біоенергетичну ефективність технологій вирощування просапних культур в умовах краплинного зрошення

Керівники дослід: Романенко М.І., Шатковський А.П./Удовенко В.В. (2004-2014 рр.)
(П. І. Б.)

Президент



(підпис)

Галзало Я. М.

(П. І. Б.)

Дата: 2014 р.



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

АТЕСТАТ № 19

на стаціонарний польовий дослід Брилівський опорний пункт
(назва установи)

Інституту водних проблем і меліорації

Розробити елементи технологій вирощування просапних культур
при краплинному зрошенні, 2013

(повна назва досліду, рік закладки)

Основні завдання:

- дослідити й встановити закономірності формування режимів краплинного зрошення залежно від комплексу факторів (режимів зрошення, густоти і розміщення рослин, методів діагностування строків вегетаційних поливів);
- дослідити вплив технологій краплинного зрошення на продукційні процеси, урожайність та якість продуктивних органів сільськогосподарських культур;
- дослідити й встановити закономірності формування зон зволоження залежно від передполивної вологості ґрунту;
- розрахувати економічну й біоенергетичну ефективність технологій вирощування просапних культур в умовах краплинного зрошення

Керівники дослідів: Ромашенко М.С., Шатковський А.П., Черевичний Ю.О., Журавльов О.В (2013-2014 рр.)
(П. І. Б.)

Президент



(підпис)

(Гадзало Я. М.)

(П. І. Б.)

Дата: _____ 2014 р.



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

АТЕСТАТ № 20

на стаціонарний польовий дослід Південна державна сільськогосподарська
(назва установи)

дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації

Вивчити закономірності водоспоживання овоче-бахтанних культур
на системах мікрозрошення, 1992 р.

(повна назва досліду, рік закладати)

Основні завдання:

- оптимізувати водний режим ґрунту й дослідити параметри водоспоживання за вирощування овочевих і бахтанних культур;
- дослідити поживний режим ґрунту, споживання, винос і витрати елементів живлення на формування врожаю овочевих і бахтанних культур та розробити оптимальну систему їх удобрення;
- розробити математичні моделі прогнозування отримання врожаю овоче-бахтанних культур на системах мікрозрошення

Керівники досліду: Лимар В.А. (1992-1996, 2004-2014рр.), Качесов О.Я. (1996-2005 рр.), Наумов А.О. (2005-2014рр.)
(П. І. Б.)

Президент



(підпис)

(Галзало Я. М.)

(П. І. Б.)

Дата: ____ . ____ . 2014 р.

Додаток Г

**Таблиця Г1 – Гранулометричний склад чорнозему звичайного малогумусного
на лесі дослідної ділянки (стаціонару) Кам'янсько-Дніпровської ДС ІВПіМ НААН [712]**

Шари ґрунту і материнської породи, см	Розмір часток (мм), кількість (%)					
	1,000-0,250	0,250-0,050	0,050-0,010	0,0100-0,005	0,005-0,001	< 0,001
0-20	4,10	35,32	33,56	3,93	6,32	16,57
21-40	5,01	33,00	36,16	3,45	4,28	18,10
41-60	5,53	20,70	35,80	3,37	4,90	17,49
61-80	5,28	20,80	33,10	6,33	4,63	18,97
80-100	4,07	20,34	32,77	6,72	5,25	16,42
101-120	3,81	21,24	34,42	6,82	6,67	19,12
121-140	2,68	24,65	34,44	4,04	4,44	14,90
141-160	3,85	11,60	32,79	4,59	3,28	18,63
161-180	4,12	13,46	39,47	3,80	3,88	18,77
181-200	3,17	9,63	39,93	3,57	5,41	17,65
201-220	4,82	19,91	33,00	2,05	6,05	18,05
221-240	5,15	33,09	24,94	2,52	5,15	13,97
241-260	5,87	30,02	30,56	3,33	7,24	14,02
261-280	12,56	25,43	18,33	3,13	6,10	12,34

Таблиця Г2 – Вміст поглинених катіонів у ґрунтово-поглинальному комплексі та карбонатів у чорноземі звичайному малогумусному на лесі дослідної ділянки (стаціонару) Кам'янсько-Дніпровської ДС ІВПіМ НААН

Шари ґрунту і материнської породи, см	Поглинені катіони, мг-екв/100 г ґрунту			Вміст карбонатів CaCO ₃ , %
	Ca	Mg	Na	
0-20	13,75	7,5	0,147	0,47
21-40	10,0	10,0	0,277	0,59
41-60	22,5	5,0	0,440	2,18
61-80	9,20	3,6	0,34	4,45
80-100	7,56	5,7	0,31	5,20
101-120	6,26	5,6	0,26	6,10
121-140	6,84	6,7	0,24	7,29
141-160	7,58	2,6	0,23	7,06
Середнє значення	10,46	5,84	0,28	4,17

Відділ інструментальних масових аналізів ДУ "ЦНЛ" СВИДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ № 70А-94-08 від 25.09.2008 р.

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор ДУ "ЦНЛ" ІГІМ УААН
А.В. Чорнокозінський
" 7 " ~~Січня~~ 2010 р.



ПРОТОКОЛ № 257
від " 7 " ~~Січня~~ 2010 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ
(Агрохімічний аналіз ґрунту)

ДУ "Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів" ІГІМ УААН

Дата та місце відбору зразків ґрунту 14.08.2010р. Київська область, Іршавський район, с. Іршавка, вул. Шевченка, 10
Найменування ґрунту за візуальним визначенням світлі та просяні кришки / с/с, бурі, середньої
Дата здачі зразків в лабораторію 28.08.2010р. Дата видачі результатів аналізів 07.09.2010р.

№№ п/п	№ свердло вийи	Глибина відбору зразків, см	Показники, що визначаються																
			Валові		Рухомі										Поглинені			pH	
			%		мг/100 ґрунту										мг-екв/100 г ґрунту				
			Ґумус	Азот	N _{т.р.}	N (т.р.)	NO ₂	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaCO ₃	Ca	Mg	Na	H ₂ O	KCl		
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
1	Борок	0-20	1.98	0.029	0.29	7.98	0.128	2.1		57.66	20.0	2.60	13.75	7.5	0.144	7.2	6.95		
2	Борок	21-40	1.63	0.065	0.26	6.44	0.141	2.0		46.1	11.6	2.70	10.0	10.0	0.237	7.2	7.1		
3	Борок	41-60	1.52	0.057	0.18	6.58	0.186	2.0		28.825	9.0	3.20	11.6	5.0	0.440	7.4	7.2		
4	Борок	0-20	1.94	0.0297	0.26	7.28	0.1248	2.9		56.0	19.5	2.60	16.0	3.75	0.144	7.35	7.2		
5	Борок	21-40	1.66	0.0735	0.26	5.6	0.1528	1.8		46.95	10.25	1.90	17.5	5.0	0.236	7.4	7.3		
6	Борок	41-60	1.49	0.063	0.18	6.08	0.184	1.5		31.7	7.6	3.00	20.0	6.0	0.407	7.5	7.3		

Дослідження провели: С.В. Мельничук, І.В. Чорнокозінський, І.В. Чорнокозінський
Зав. відділом: А.В. Чорнокозінський

Відділ інструментальних
масових аналізів ДУ "ЦНЛ"
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ 70А-94-08 від 25.09.2008 року



ВІДОМІСТЬ № 254

РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗІВ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ 200 р. (Водна витяжка)

Державна установа "Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів" ПІМ УААН

Дата та місце відбору зразків ґрунту 27.08.10 р. (Київська область, ДС "Київська філія Київської облдержадміністрації")
Найменування ґрунту за візуальним визначенням середня покривна культура (св. буряк цукровий)
Дата злічі зразків в лабораторію 29.08.10 р. Дата видачі результатів аналізів 04.09.2009 р.

№№ п/п	Одиниці вимірю- вання	Зміст варіантів дослідів	Глибина відбору зразків	CO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	K	Na	Ca	Mg	Залишок		pH
												Сухий	Прока- лений	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10 1	мг-екв.	Прокладані зразки на 100 г сухої речовини	0-20		0.52	0.02	0.417	0.060	0.196	0.35	0.65			
	мг/100 г			0	31.32	0.31	20.016	2.45	4.5	7.0	4.2			
	%				0.03132	0.00031	0.020	0.00245	0.0045	0.007	0.0042	0.030	0.054	7.2
11 2	мг-екв.	Прокладані зразки на 100 г сухої речовини	21-40	-	0.58	0.02	0.2919	0.026	0.317	0.4	0.15			
	мг/100 г			-	35.38	0.31	18.012	1.0	7.3	8.0	1.8			
	%				0.03538	0.00031	0.014	0.001	0.0032	0.008	0.0018	0.068	0.050	7.2
12 3	мг-екв.	Прокладані зразки на 100 г сухої речовини	41-60	-	0.53	0.02	0.2842	0.006	0.287	0.35	0.55			
	мг/100 г			-	35.38	0.31	18.012	0.25	8.15	7.0	6.6			
	%				0.03538	0.00031	0.022	0.00025	0.00815	0.007	0.0066	0.030	0.042	7.4
13 4	мг-екв.		0-20	-	0.5	0.02	0.5421	0.054	0.169	0.6	0.25			
	мг/100 г			-	30.5	0.31	26.010	2.1	3.9	11.0	3.0			
	%				0.0305	0.00031	0.026	0.0021	0.0039	0.012	0.003	0.038	0.063	7.35

№№ п/п	Одиниці вимірювання	Зміст варіантів дослідів	Глибина відбору зразків	CO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	K	Na	Ca	Mg	Залишок		pH	
												Сухий	Прокалений		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
16 5	мг-екв.	Світлий грунт на саванній доріжці	21-40	-	0.48	0.09	0.451	0.023	0.220	0.25	0.00				
	мг/100 г			-	28.22	1.42	0.0048	0.9	0.05	2.0	0.6				
	%			-	0.02228	0.0042	0.006	0.0009	0.00105	0.007	0.0006	0.050	0.035	7.4	
мг-екв.	41-60		-		0.66	0.02	0.451	0.005	0.217	0.45	0.05				
мг/100 г					40.26	0.21	0.0048	0.2	2.1	2.0	0.6				
%					0.04026	0.00041	0.006	0.0002	0.0021	0.009	0.0006	0.064	0.044	4.5	
мг-екв.															
мг/100 г															
%															
мг-екв.															
мг/100 г															
%															
мг-екв.															
мг/100 г															
%															
мг-екв.															
мг/100 г															
%															

Дослідження провели: *Світлий грунт на саванній доріжці*

Зав. відділом: *О.В. Ромашук* (О.В. Ромашук)

Відділ інструментальних
масових аналізів ДУ "ІНЛ"
СВДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ 70А-94-08 від 25.09.2008 року



ВІДОМІСТЬ № 612
РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗІВ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ 2012 р. (Водна витяжка)
ДУ "Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів" ІВНІМ НААН

Дата та місце відбору зразків ґрунту *Весна 2012, ДП "Дослідне господарство "Дніпровське" Дніпровської обл. М. Чернівецький район, вул. Шевченка, 10.*
Найменування ґрунту за візуальним визначенням *Білий-каштановий, легкий-середньосуглинистий, середньомілий.*
Дата надчі зразків в лабораторію *20.06.2012р.* Дата видачі результатів аналізів *12.07.2012р.*

№№ п/п	Одиниці вимірю- вання	Зміст варіантів дослідів	Глибина відбору зразків	CO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	K	Na	Ca	Mg	Залишок		pH	
												Сухий	Прока- лений		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	мг-екв	Тіг	0-20	0	0,28	0,02	0,2019	0,072	0,017	6,3	0,8				
	мг/100 г				17,08	0,71	14,014	2,8	0,4	6,0	2,4				
	%				0,01908	0,00071	0,014	0,0028	0,0004	0,006	0,0024	0,043	0,024	7,2	
2	мг-екв	Крариш	30-40	0	0,58	0,02	0,1668	0,023	0,028	0,5	0,2				
	мг/100 г				35,38	0,71	8,0064	0,9	1,1	10,0	2,4				
	%				0,03538	0,00071	0,008	0,0009	0,0011	0,01	0,0024	0,058	0,040	7,6	
3	мг-екв	Минеро	40-60	0	0,50	0,04	0,0477	0,02	0,041	0,4	0,1				
	мг/100 г				30,50	1,42	2,0016	0,45	0,95	6,0	1,2				
	%				0,03050	0,00142	0,002	0,00045	0,00095	0,008	0,0012	0,044	0,028	7,7	
4	мг-екв		60-80	0	0,52	0,06	0,1257	0,004	0,043	0,45	0,2				
	мг/100 г				31,72	1,13	6,0048	0,135	1,0	9,0	2,4				
	%				0,03172	0,00113	0,006	0,000135	0,001	0,009	0,0024	0,052	0,025	7,62	
5	мг-екв		80-100	0	0,42	0,04	0,1085	0,005	0,059	0,35	0,25				
	мг/100 г				25,62	1,42	10,008	0,2	1,35	7,0	3,0				
	%				0,02562	0,00142	0,010	0,0005	0,00135	0,007	0,003	0,048	0,035	7,65	

Відділ інструментальних
масових аналізів ДУ "ЦНЛ"
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ 70А-94-08 від 25.09.2008 р.



ПРОТОКОЛ № 612
від "12" жовтня 2012 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ
(Агрохімічний аналіз ґрунту)

ДУ "Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів" ІВПМ НААН

Дата та місце відбору зразків ґрунту вона 30.06, 700 м від берега, територія Бурлівецької Бурлівецької С.П.М. Укротинського району
Найменування ґрунту за візуальним визначенням пелюче-каштановий замулювано-сиченоватий середньомішаний ґрунт
Дата здачі зразків в лабораторію 20.06.2012р. Дата видачі результатів аналізів 12.09.2012р.

№ п/п	№ свердло вони	Глибина відбору зразків, см	Показники, що визначаються																
			Валові		Рухомі										Поглинені			pH	
			%		мг/100 ґрунту										мг-екв/100 г ґрунту				
			Гумус	Азот	Н.гіар	N (а.г.)	NO ₂	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaCO ₃	Са	Mg	Na	H ₂ O	KCl		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	Ліг	0-20	1,266		0,0875	6,58	0,024	9,6		9,74	24,0	1,901	11,25	2,5	0,024	7,2	6,7		
2	к.дралень	20-40	1,091		0,350	5,60	0,021	4,1		4,28	12,0	2,301	17,5	2,5	0,114	7,6	7,4		
3	мішано	40-60	0,668		0,262	5,04	0,018	3,1		2,65	8,0	2,504	16,25	1,25	0,065	7,7	7,5		
4		60-80	0,662		0,175	4,9	0,024	3,2		1,48	7,0	3,302	18,75	2,5	0,090	7,62	7,58		
5		80-100	1,009		0,262	3,92	0,026	3,7		0,99	8,2	3,702	17,5	1,25	0,138	7,65	7,6		
6		100-120	1,009		0,262	5,32	0,031	4,54		1,65	11,0	2,401	17,5	2,5	0,114	7,6	7,5		
7	у	0-20	1,636		0,700	6,72	0,038	3,2		5,43	14,0	2,001	12,5	1,25	0,093	7,4	7,3		
8	середній	20-40	1,462		0,612	5,46	0,023	2,8		4,45	12,0	1,901	19,0	2,5	0,049	7,5	7,4		
9	мішаний	40-60	0,939		0,175	4,48	0,024	2,7		1,98	7,0	3,102	17,5	3,75	0,049	7,6	7,4		
10		60-80	0,905		0,262	3,92	0,023	2,36		1,40	7,0	5,103	20,0	1,25	0,057	7,65	7,5		

Відділ інструментальних масових аналізів ДУ «ЦНЛ»
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
 № 70А-94-08 від 25.09.2008 р.

Шатровський І.В.



ВІДОМІСТЬ № 267
 РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗІВ ВОДИ
 від « 14 » травня 2008р.

ДУ «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ІНІМ УААН

Дата та місце відбору проб води 05.05.2008р. КДПФ ПП «Каньківська промислова зона» Золотоніської області Тернопільська область на
 Особливість проби (питна вода, підземна вода, зрошувальна, дренажно-свална, стічна підприємства і інша) Промислова

№№ п/п	ХПК, мгО ₂ /дм ³	рН	Розчинні													Залишок, %		Валові, мг/дм ³		
			мг-екв/дм ³ / мг/дм ³													Сух.	Прок.	N	P ₂ O ₅	K
			NO ₂	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
		<i>7.62</i>	<i>0.0006</i>	<i>0.2387</i>	<i>0.1</i>	<i>0.0063</i>	<i>0.0518</i>	<i>8.348</i>	<i>5.6</i>	<i>2.6</i>	<i>6.7</i>	<i>7.3309</i>	<i>0</i>	<i>6.4</i>						
			<i>0.03</i>	<i>14.8</i>	<i>1.8</i>	<i>0.286</i>	<i>2.0</i>	<i>192.0</i>	<i>12.0</i>	<i>31.2</i>	<i>237.85</i>	<i>51.86</i>		<i>299.4</i>	<i>0.1824</i>	<i>0.104</i>	<i>4.34</i>	<i>0.23</i>	<i>2.25</i>	

Дослідження провели: *С.М. Шатровський / С.М. Шатровський / С.М. Шатровський / С.М. Шатровський / С.М. Шатровський / С.М. Шатровський / С.М. Шатровський*

Зав. відділом: *С.М. Шатровський* О.В. Романчук

Відділ інструментальних
масових аналізів ДУ «ІНЛ»
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ 70А-94-08 від 25.09.2008 р.



ВІДОМІСТЬ № 194
РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗІВ ВОДИ
від « 18 » травня 2009 р.

ДУ «Центральна науково-дослідна лабораторія якості води та ґрунтів» ПІМ УААН

Дата та місце відбору проб води 4-Білодеревицький канал (вл. 0589), в-докальний моніторинговий канал Рівненського каналу
Особливості проби (питна вода, підземна вода, зрошувальна, дренажно-стокова, стічна підприємства і інші) Рівненський канал, в-докальний моніторинговий канал Рівненського каналу

№№ п/п	ХГК, мг/дм ³	рН	Розчинні												Залишок, %		Валові, мг/дм ³		
			мг-екв/дм ³ / мг/дм ³												Сух.	Прок.	N	P ₂ O ₅	K
			NO ₂	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃					
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1		8.65	0	0.032	0	0.04	0.164	5.348	2.6	7.8	5.7	5.4978	0.6	4.1					
1			0	2.0		0.628	6.4	123.0	52.0	93.8	102.35	163.89	18.0	150.1	0.104	0.0478	3.852	0.68	6.45
2		7.80	0	0.006	0	0	0.039	0.709	2.6	4.2	4.3	0.4998	0	2.8	0.028	0.0218	0.09	0.09	3.25
				0.4			3.1	16.3	52.0	14.4	46.16	23.99		130.8					

Дослідження провели: Свицька Т.М. / Шершак О.В. / Соловйов С.В. / Діброва Т.М. / Романчук О.В.

Зав. відділом:

О.В. Романчук

Додаток К 1

Тензіометричні датчики з водно – ртутними манометрами



а) встановлені після посіву кукурудзи цукрової
(КДДС, 2007 р.)



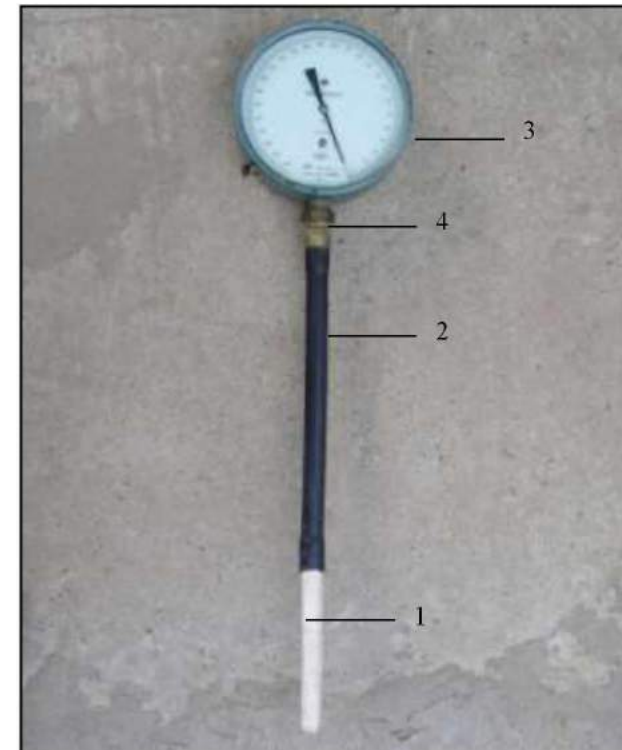
б) на посівах цибулі ріпчастої
(ДП «ДГ «Брилівське», 2013 р.)

Додаток К 2

Принципова схема та фото тензіометричного датчика із вакуумметром типу ВВТ-II



Тензіометричний датчик із вакуумметром типу ВВТ-II на посівах кавуна (ДП «ДГ «Великі Клини», 2008 р.)



Будова тензіометричного датчика типу ВВТ-II із вакуумметром:

1 – керамічний зонд, 2 – водна камера, 3 – вакуумметр,
4 – штуцер для під'єднання вакуумметра

**Варіанти із внесенням гербіцидів та без гербіцидного захисту
за краплинного зрошення цибулі ріпчастої
(ДП «ДГ «Брилівське», 2013 р.)**



а) із внесенням гербіцидів



б) без гербіцидного захисту

ДОДАТОК М 1 – М 3**Результати****визначення вміст цукрів****у коренеплодах буряка цукрового,****КДДС – дослід № 7.****Мета вирощування рослин – для переробки на біогаз.**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
**УКРАЇНСЬКА ЛАБОРАТОРІЯ ЯКОСТІ
І БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ АПК**

Фактична адреса: вул. Машинобудівнича, 7, смт. Чабани, Київська обл., Києво-Святошинський р-н, 08162, Україна.
Юридична адреса: вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна 03041. Тел./факс: +38(044) 5278943, 5278044
E-mail: info@quality.ua http://www.quality.ua/

**АТЕСТОВАНА В УКРЕМЕТЕСТАНДАРТ
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ ПТ – 0110/07 ВІД 27.04.2007**

**ЗАТВЕРДЖУЮ
ДИРЕКТОР УЛЯБП АПК**

С.Д. МЕЛЬНИЧУК

**ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 0556-У
"29" вересня 2010 р.**

Замовник: Інститут гідротехніки і меліорації

Адреса замовника: м. Київ, вул. Васильківська, 37

Об'єкт випробувань: цукровий буряк

Лист-Заявка: № 835-У від 24.09.2010 р.

Акт відбору зразків: № 836-У від 24.09.2010 р.

Дати проведення випробувань: 27.09.2010 р.

Дата одержання зразків: 24.09.2010 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Найменування показників, одиниці вимірювань	Назва та реєстраційний код зразків	
	Цукровий буряк (варіант №1 - без зрошення) (Відібрано: Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція ІГІМ НААНУ, м. Кам'янка-Дніпровська, Запорізька обл.) 2486	Цукровий буряк (варіант №2 - краплинне зрошення) (Відібрано: Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція ІГІМ НААНУ, м. Кам'янка-Дніпровська, Запорізька обл.) 2487
Результати випробувань		
Вміст сахарози, %	14,80 ± 0,725	10,32 ± 1,457

МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ:

Визначення вмісту сахарози в коренеплодах цукрових буряків методом гарячої дигестії, наведеного у «Агрохімічний аналіз» / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бихін та ін. / За ред. М. М. Городнього. – К.: Арістей, 2005. – с. 355-357.

Примітки:

1. Протокол випробувань стосується тільки зразків, які представлені на випробування.
2. Протокол випробувань не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК.
3. Без оригіналу відтиску печатки і оригіналу підпису Директора УЛЯБП АПК Протокол випробувань не дійсний.

"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"

Оформила: Держ Я. П.
тел.: +38 (044) 527-89-43, 527-80-44

Протокол випробувань № 0556-У
стор. 1 з 1



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
**УКРАЇНСЬКА ЛАБОРАТОРІЯ ЯКОСТІ
І БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ АПК**

Фактична адреса: вул. Машинобудівників, 7, м.п. Чобруки, Київська обл., Києво-Святошинський р-н, 08162, Україна.
Юридична адреса: вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна 03041. **Тел./факс: +38(044) 5278943, 5278044**
E-mail: info@quality.ua <http://www.quality.ua/>

**АТЕСТОВАНА В УКРЕТРЕСТАНДАРТ
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ ПТ – 0110/07 ВІД 27.04.2007**

**ЗАТВЕРДЖУЮ
ДИРЕКТОР УЛЯБП АПК**

С.Д. МЕЛЬНИЧУК

**ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 0522-У
"10" жовтня 2011 р.**

Замовник: *Приватна особа: Шатковський Андрій Петрович*

Адреса замовника: *вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022*

Об'єкти випробувань та реєстраційні коди:

8123 – Цукровий буряк, краплинне зрошення, зразок відібраний у Запорізькій обл., м. Кам'янка-Дніпровська та представлений у неопломбованій поліетиленовій упаковці (назва продукції вказана згідно з актом відбору зразків (маркування зразка)). Обсяг наданого зразку на випробування – 2 кг.

8124 – Цукровий буряк, без зрошення, зразок відібраний у Запорізькій обл., м. Кам'янка-Дніпровська та представлений у неопломбованій поліетиленовій упаковці (назва продукції вказана згідно з актом відбору зразків (маркування зразка)). Обсяг наданого зразку на випробування – 2 кг.

Лист-Заявка: *№ 815-У від 04.10.2011 р. (від 04.10.2011 р.)*

Зразки відібрано і доставлено представником Замовника

Дати проведення випробувань: *05.10.2011 р.*

Дата одержання зразків: *04.10.2011 р.*

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Реєстраційний код зразку:

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробування	Похибка випробування	Норми за НД*
Вміст сахарози, %	9,43	0,174	13,0

Реєстраційний код зразку:

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробування	Похибка випробування	Норми за НД*
Вміст сахарози, %	15,4	0,25	13,0

* ДСТУ 4327:2004 Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення. Технічні умови.

МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ:

Визначення вмісту сахарози в коренеплодах цукрових буряків – згідно з методом гарячої дигестії наведеним у «Агрохімічний аналіз» / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бікін та ін. / За ред. М.М. Городнього. – К.: Арістей, 2005., – с. 355-357.

Примітки:

1. Протокол випробувань стосується тільки зразків, які представлені на випробування.
2. Протокол випробувань не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК.
3. Без оригіналу відтиску печатки і оригіналу підпису Директора УЛЯБП АПК Протокол випробувань не дійсний.

"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"

Оформила: Домненко І.В.
тел.: +38 (044) 527-89-43

Протокол випробувань № 0522-У
стор. 1 з 1



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
**УКРАЇНСЬКА ЛАБОРАТОРІЯ ЯКОСТІ
І БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ АПК**

Фактична адреса: вул. Мазанецьких, 7, с.м.т. Чабани, Київська обл., Києво-Святошинський р-н, 08152, Україна.
Юридична адреса: вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна 03041. Тел./факс: +38(044) 5278943, 5278044
E-mail: info@quality.ua http://www.quality.ua/

АТЕСТОВАНА В УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ
№ ПТ – 178/12 ВІД 14.05.2012

ЗАТВЕРДЖУЮ
ДИРЕКТОР УЛЯБП АПК
С.Д. МЕЛЬНИЧУК

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № 0381-У
"25" жовтня 2012 р.

Замовник: Приватна особа: Шатковський Андрій Петрович

Адреса замовника: вул. Васильківська, 37, м. Київ

Об'єкти випробувань та реєстраційні коди:

11591 - Цукровий буряк № 1 (краплинне зрошення), зразок представлений в неопломбованій поліетиленовій упаковці (назва продукції вказана згідно з листом - заявкою (маркування зразка)). Обсяг наданого зразка на випробування - 2,9 кг.

11592 - Цукровий буряк № 2 (без зрошення), зразок представлений в неопломбованій поліетиленовій упаковці (назва продукції вказана згідно з листом - заявкою (маркування зразка)). Обсяг наданого зразка на випробування - 2,3 кг.

Лист-Заявка: № 542-У від 16.10.2012 р. (від 16.10.2012 р.)

Дати проведення випробувань: 18.10 - 23.10.2012 р.

Дата одержання зразків: 16.10.2012 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Реєстраційний код зразка:

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробування	Похибка випробування	Норма за НД*
Вміст сахарози, %	5,0	± 0,20	13,0

Реєстраційний код зразка:

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробування	Похибка випробування	Норма за НД*
Вміст сахарози, %	10,2	± 0,06	13,0

* ДСТУ 4327:2004 Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення. Технічні умови.

МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ:

Визначення вмісту сахарози в коренеплодах цукрових буряків - згідно з ДСТУ 4778:2007 Цукрові буряки. Методи визначення якості коренеплодів.

Примітки:

1. Протокол випробувань стосується тільки зразків, які представлені на випробування.
2. Протокол випробувань не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК.
3. Без оригіналу відтиску печатки і оригіналу підпису Директора УЛЯБП АПК Протокол випробувань не дійсний.

"КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ"

Оформила: Дробович І.М.
тел.: +38 (044) 527-89-43

Протокол випробувань № 0381-У
стор. 1 з 1

**Фотозвіт про проведення робіт з експериментального визначення
залежності тензіометричного тиску (P_s) від вологості ґрунту (W) – $P_s = f(W)$
(КДДС, 2007 р.)**



а) обвалування та влаштування
майданчика, розмір – 2 x 2 м



б) монтаж тензіометричного куца,
обладнаного 20 датчиками із водно-ртутними
манометрами



в) заливання майданчика —
0,5 м³ води



г) плівкове та мульчуючи укриття для виключення фільтрації
вологи з поверхні ґрунту

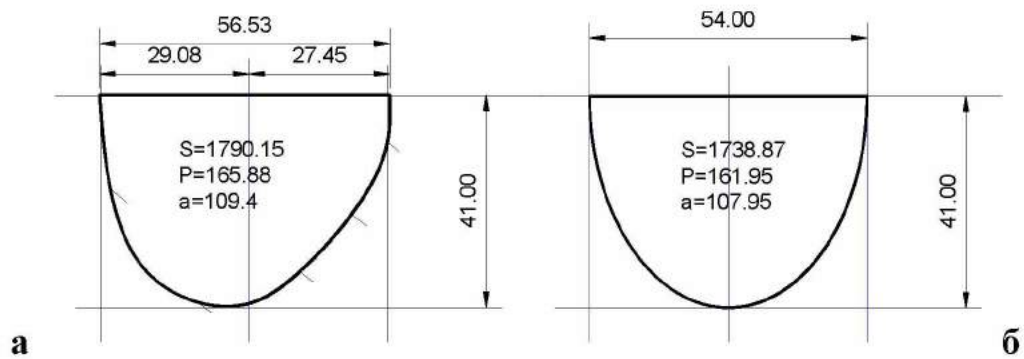


д). пошарове (через 10 см) визначення вологості ґрунту у 4 разовій повторності та одночасне знімання показів тензіометрів

Додаток П

Схематичні вертикальні розрізи фактичних та теоретично розрахованих зон зволоження грунтів ДД за краплинного зрошення

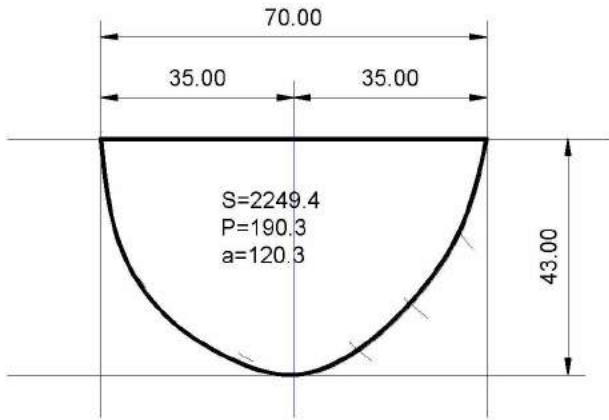
1. Брилівський опорний пункт ІВПіМ НААН



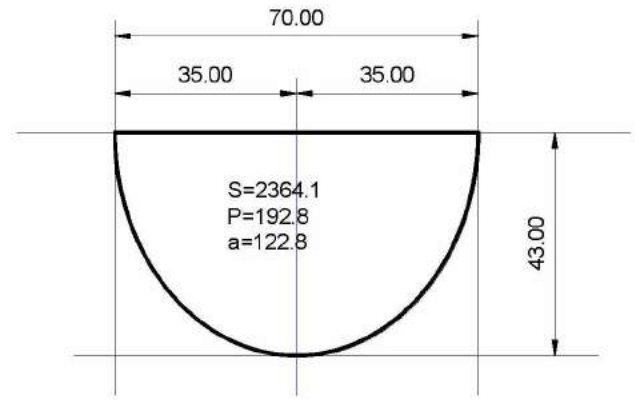
а – фактичний контур; б – розрахований теоретично



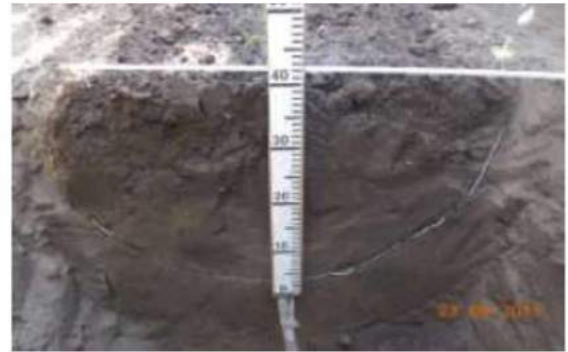
Тривалість поливу **1 година** ($0,6 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



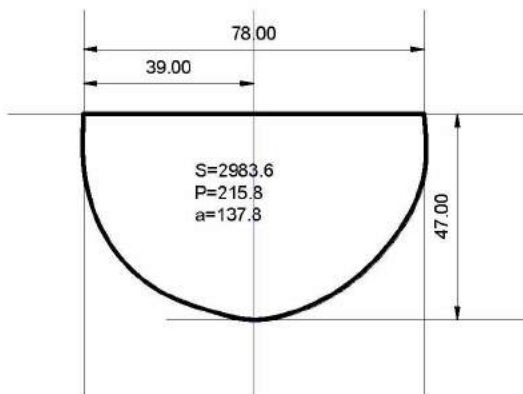
а (факт.)



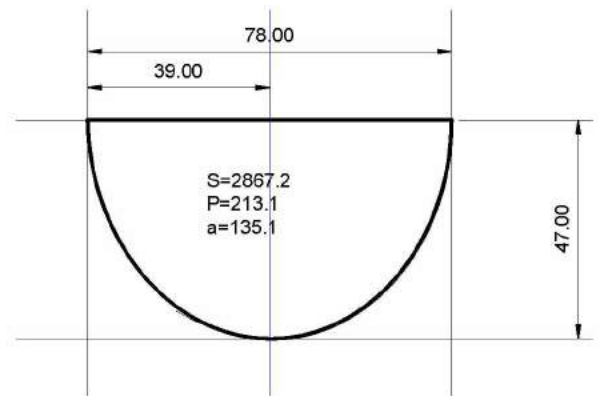
б (теор.)



Тривалість поливу 2 годин ($1,2 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



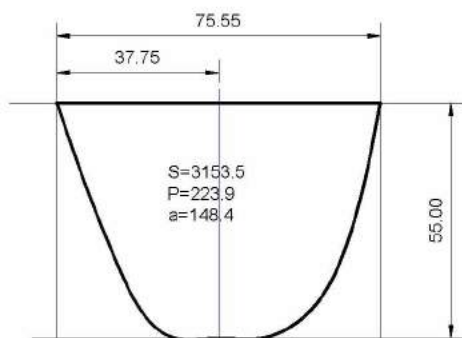
а (факт.)



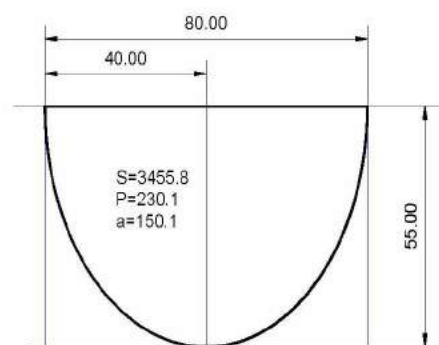
б (теорет.)



Тривалість поливу 3 годин (1,8 м³/100 м ряду)



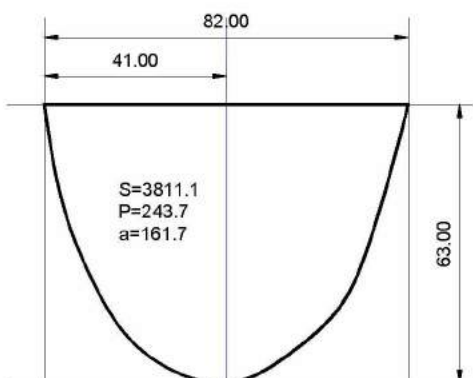
а (факт.)



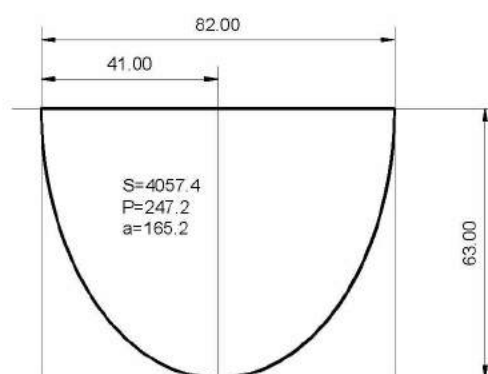
б (теорет.)



Тривалість поливу 4 години (2,4 м³/100 м ряду)



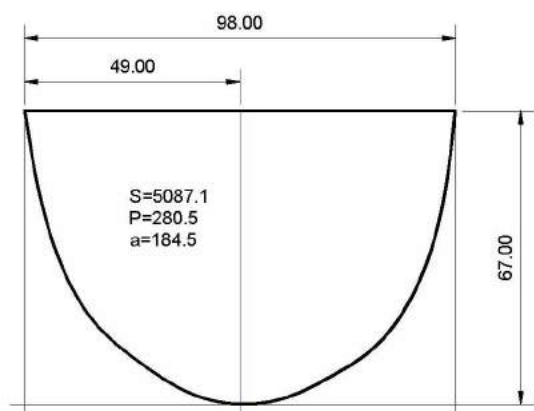
а (факт.)



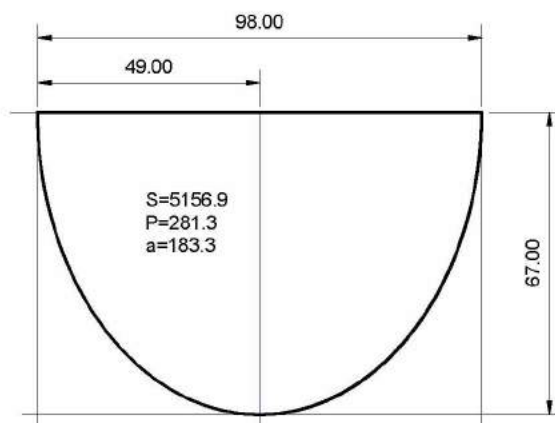
б (теорет.)



Тривалість поливу 5 годин (3,0 м³/100 м ряду)



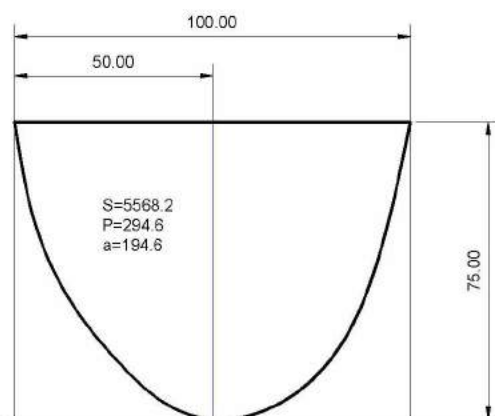
а (факт.)



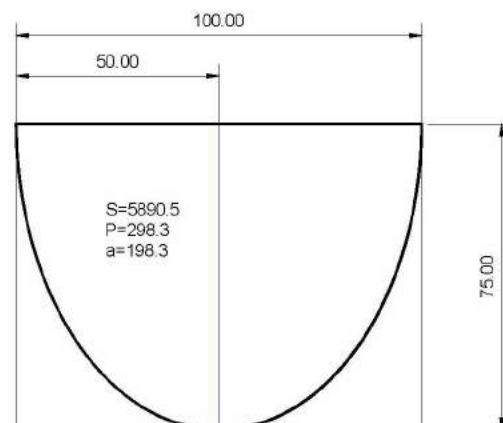
б (теорет.)



Тривалість поливу 6 годин (3,6 м³/100 м ряду)

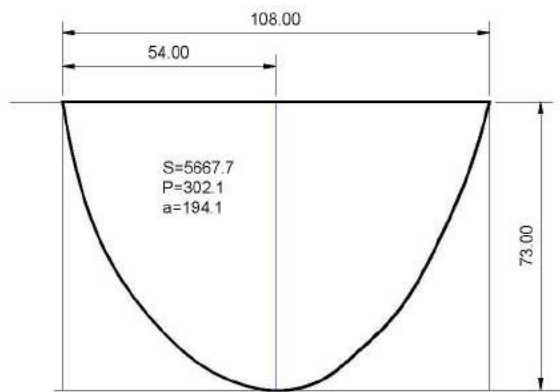


а (факт.)

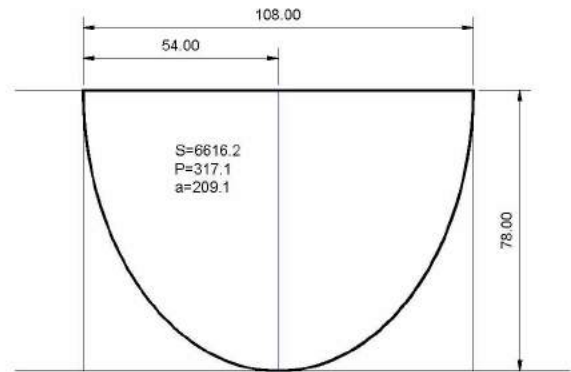


б (теорет.)

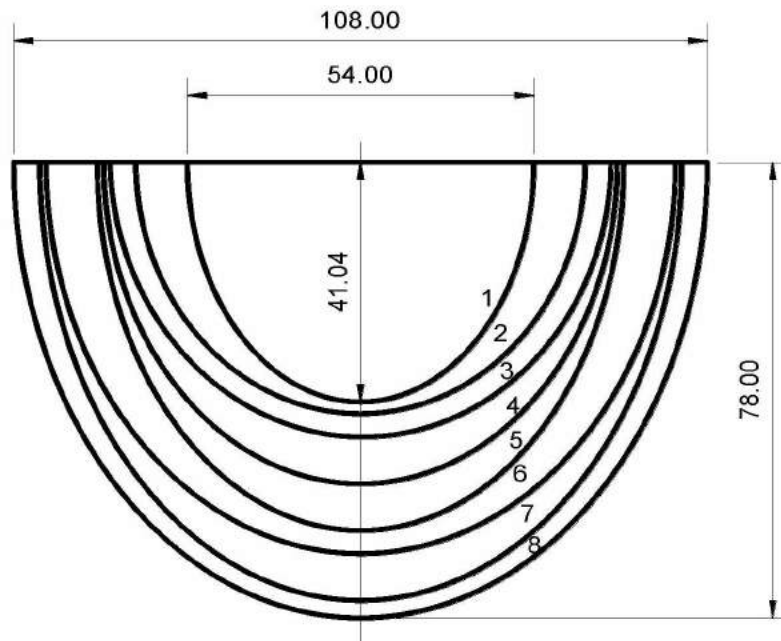


Тривалість поливу 7 годин (4,2 м³/100 м ряду)

а (факт.)

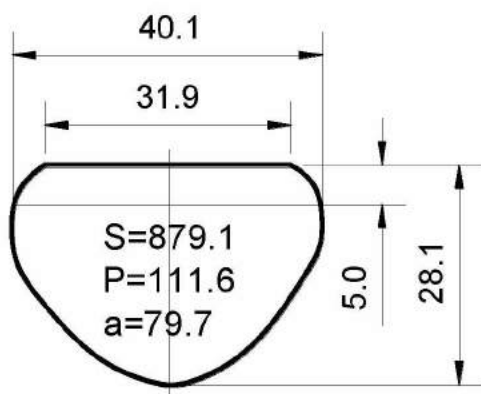


б (теорет.)

Тривалість поливу 8 годин (4,8 м³/100 м ряду)

Узагальнена схема поперечних перерізів зон зволоження легкосуглинкового ґрунту за КЗ залежно від тривалості поливу (1 – 8 годин, 0,6-4,8 м³/год.).

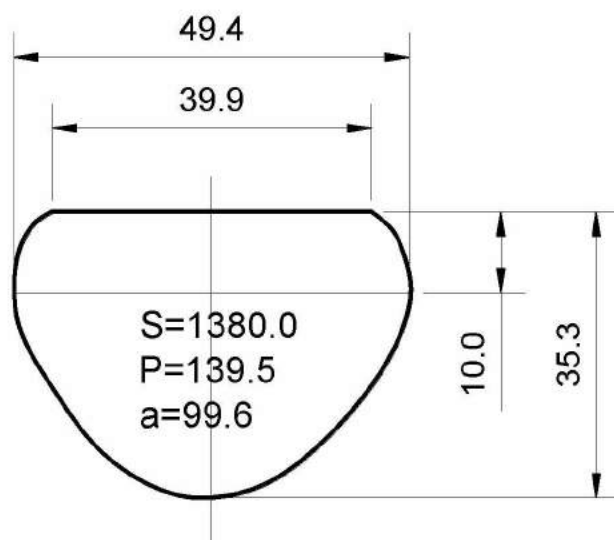
2. ПДСГДС ІВПіМ НААН



фактичний



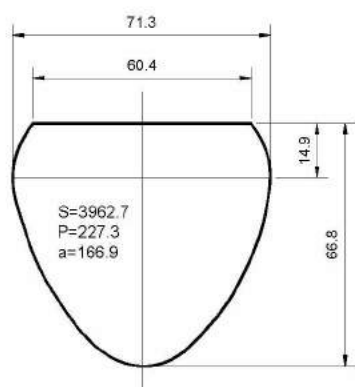
Тривалість поливу **1 година** ($0,624 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний

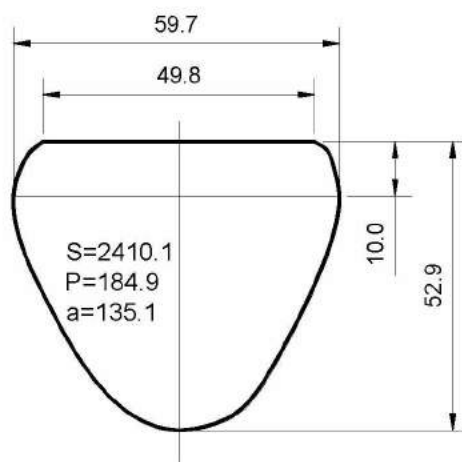


Тривалість поливу **2 години** ($1,248 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний

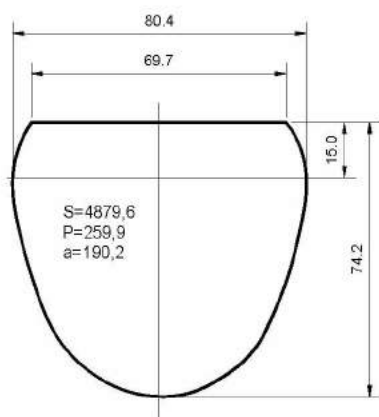
Тривалість поливу **3 години** ($1,872 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний



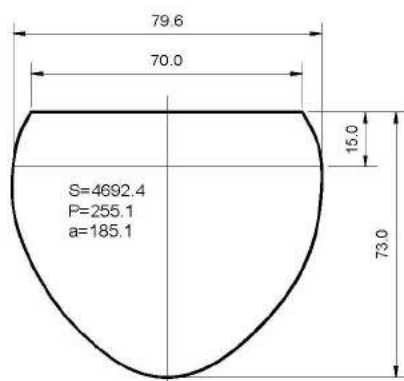
Тривалість поливу **4 години** ($2,496 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний



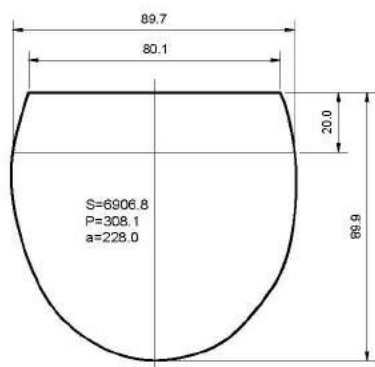
Тривалість поливу **5 годин** ($3,120 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний



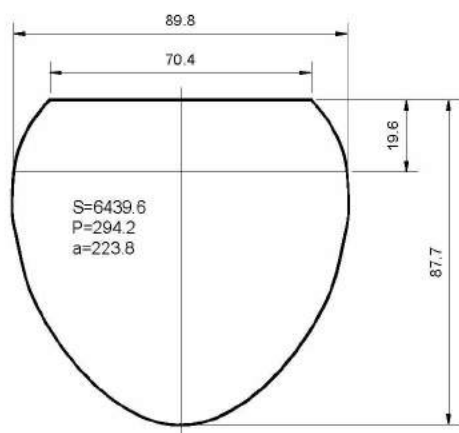
Тривалість поливу **6 годин** ($3,744 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



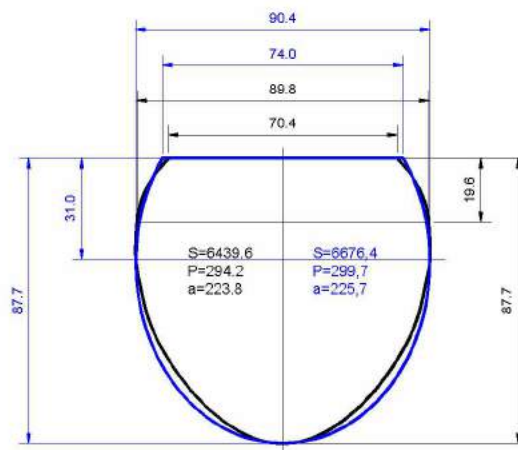
фактичний



Тривалість поливу **7 годин** ($4,368 \text{ м}^3/100 \text{ м ряду}$)

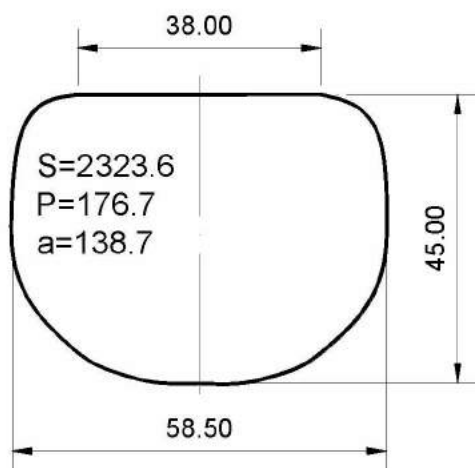


фактичний



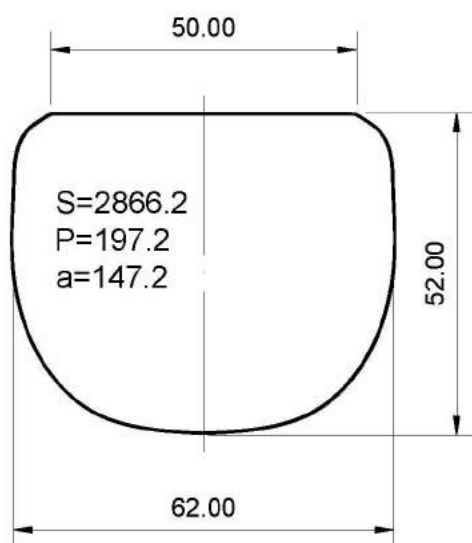
Тривалість поливу **8 годин** ($4,992 \text{ м}^3/100 \text{ м ряду}$)

3. КДДС ІВПіМ НААН



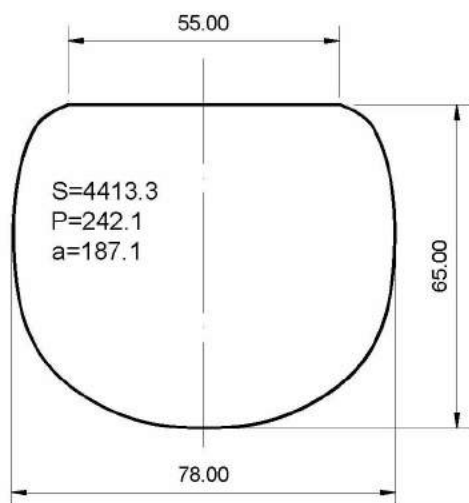
фактичний

Тривалість поливу **3 години** ($2,298 \text{ м}^3/100 \text{ м ряду}$)



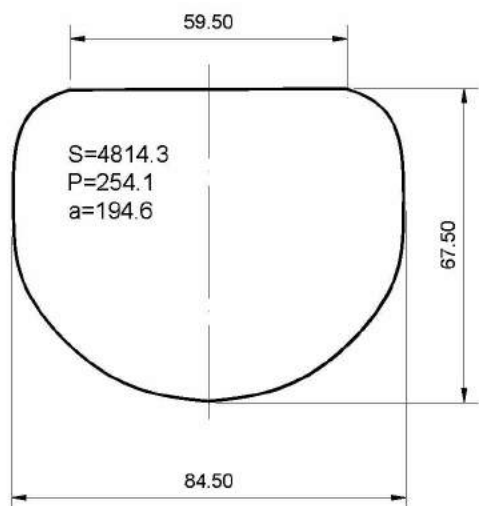
фактичний

Тривалість поливу **4 години** ($3,064 \text{ м}^3/100 \text{ м ряду}$)



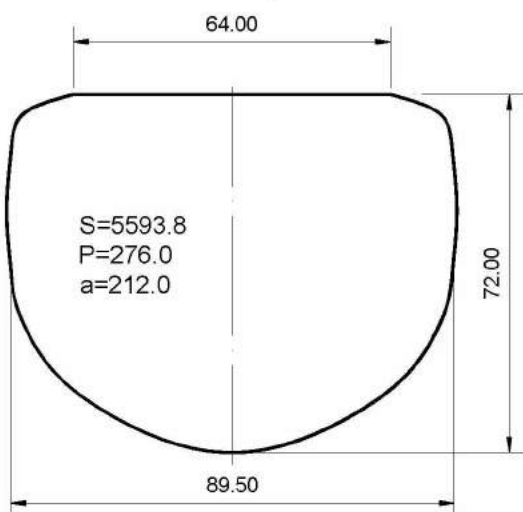
фактичний

Тривалість поливу **5 годин** ($3,064 \text{ м}^3/100 \text{ м ряду}$)



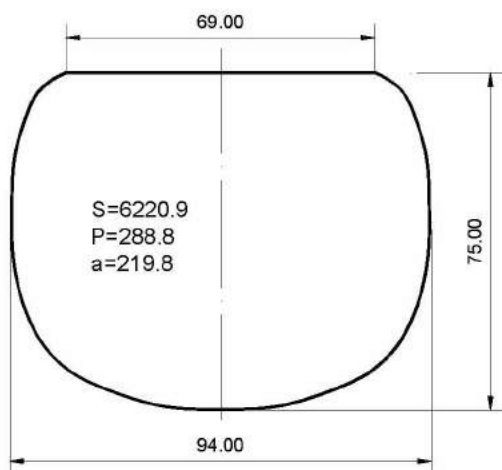
фактичний

Тривалість поливу **6 годин** ($4,596 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



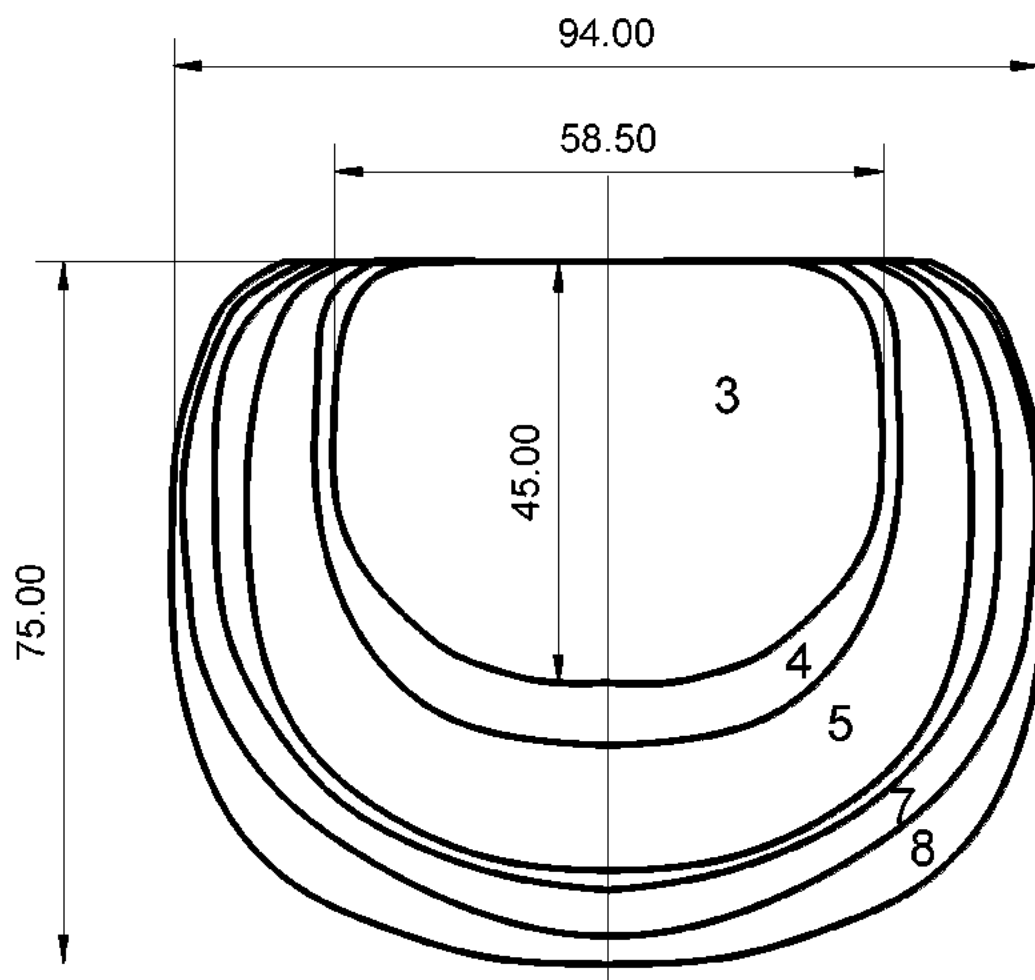
фактичний

Тривалість поливу **7 годин** ($5,362 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



фактичний

Тривалість поливу **8 годин** ($6,128 \text{ м}^3/100 \text{ м}$ ряду)



Узагальнена схема поперечних перерізів зон зволоження середньосуглинкового ґрунту за КЗ залежно від тривалості поливу (3 – 8 годин, 0,756-6,128 м³/год.).

Додаток Р 1

**Основні економічні показники вирощування ранньої картоплі сорту Невська
на краплинному зрошенні залежно від РПВГ (КДДС, за цінами 2015 р.)**

Варіанти дослідів, РПВГ, % від НВ	Витрати, грн/га, на:				Урожай- ність, т/га	Валовий дохід, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собі- вартість, грн/т	Рівень рентабель- ності, %
	технологію вирощування	СКЗ+ полив	збирання + логістика	ЗАГАЛЬНІ					
без зрошення	30190	–	1132	31322	6,47	18116	-13206	4841	-42,2
60	33490	15754	2756	52000	15,75	55125	3125	3302	6,0
70	33490	15894	3575	52959	20,43	71505	18546	2592	35,0
80	33490	16674	4742	54906	27,10	94850	39944	2026	72,7
90	33490	16830	4657	54977	26,61	93135	38158	2066	69,4

Додаток Р 2

**Основні економічні показники вирощування кукурудзи цукрової
на краплинному зрошенні залежно від РПВГ (КДДС, за цінами 2015 р.)**

Варіанти дослідю, РПВГ, % від НВ	Витрати, тис.грн/га, на:				Урожай- ність, тис.шт. качанів/га	Реалізаційна ціна, грн/качан	Валовий дохід, тис.грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собі- вартість, грн/качан	Рівень рентабель- ності, %
	технологію вирощування	СКЗ+ полив	збирання (вручну) + логістика	ЗАГАЛЬНІ						
без зрошення	33,450	–	0,784	34,234	32,62	1,10	35,9	1,6	1,05	4,8
60	37,540	12,554	1,980	52,074	51,53	1,50	77,3	25,2	1,01	48,4
70	37,540	12,788	2,114	52,442	49,15	1,85	90,9	38,5	1,07	73,4
80	37,540	13,506	2,548	53,594	49,55	2,50	123,9	70,3	1,08	131,1
90	37,540	14,676	2,128	54,344	48,12	2,25	108,3	53,9	1,13	99,2
95	37,540	15,752	2,016	55,308	47,65	2,00	95,3	40,0	1,16	72,3

Додаток Р 3

Основні економічні показники вирощування кавуна сорту Княжич на краплинному зрошенні залежно від РПВГ, схеми сівби (густоти посіву) та мінерального живлення (ДП «ДГ «В.Клини», за цінами 2015 р.)

Варіанти дослідів			Витрати, тис.грн/га, на:				Урожайність, т/га	Валовий дохід, тис.грн/га	Чистий прибуток, тис.грн/га	Собівартість, тис.грн/т	Рівень рентабельності, %
			технологію вирощування	СКЗ+ полив	збирання + логістика	ЗАГАЛЬНІ					
Без зрошення (К)	Без добрив (контроль)	1,0 м ²	22,955	—	0,343	23,298	7,8	10,374	-12,924	2,99	-55,5
		1,5 м ²	23,414	—	0,348	23,762	7,9	10,507	-13,255	3,01	-55,8
		2,0 м ²	23,872	—	0,334	24,206	7,6	10,108	-14,098	3,19	-58,2
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0 м ²	26,999	—	0,537	27,536	12,2	16,226	-11,31	2,26	-41,1
		1,5 м ²	27,455	—	0,717	28,172	16,3	21,679	-6,493	1,73	-23,0
		2,0 м ²	27,905	—	0,638	28,543	14,5	19,285	-9,258	1,97	-32,4
65-75-70	Без добрив (контроль)	1,0 м ²	22,955	10,565	1,650	35,170	37,5	49,875	14,705	0,94	41,8
		1,5 м ²	23,414	10,565	1,707	35,686	38,8	51,604	15,918	0,92	44,6
		2,0 м ²	23,872	10,565	1,663	36,100	37,8	50,274	14,174	0,96	39,3
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0 м ²	22,955	10,565	1,773	35,293	40,3	53,599	18,306	0,88	51,9
		1,5 м ²	27,455	10,565	1,914	39,934	43,5	57,855	17,921	0,92	44,9
		2,0 м ²	27,905	10,565	1,734	40,204	39,6	52,668	12,464	1,02	31,0
75-75-75	Без добрив (контроль)	1,0 м ²	22,955	10,713	1,668	35,336	37,9	50,407	15,071	0,93	42,7
		1,5 м ²	23,414	10,713	1,756	35,883	39,9	53,067	17,184	0,90	47,9
		2,0 м ²	23,872	10,713	1,751	36,336	39,8	52,934	16,598	0,91	45,7
	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	1,0 м ²	26,999	10,713	1,844	39,556	41,9	55,727	16,171	0,94	40,9
		1,5 м ²	27,455	10,713	1,976	40,144	44,9	59,717	19,573	0,89	48,8
		2,0 м ²	27,905	10,713	1,641	40,259	37,3	49,609	9,35	1,08	23,2