

ОПЕРАТИВНЕ ПЛАНУВАННЯ ПОЛИВНОГО РЕЖИМУ МОЛОДИХ НАСАДЖЕНЬ ЧЕРЕШНІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

МАЛЮК Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-9727-4531>

КОЗЛОВА Л.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-7139-3233>

Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренка
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Впровадження останніми роками нових типів садів черешні, які вирощуються із застосуванням прогресивних елементів технологій, а саме: високої щільності насаджень, нових сортопідщепних комбінацій і прийомів формування крони, забезпечують ранній початок промислового плодоношення й інтенсивні темпи нарощування врожайності [1; 2]. Водночас нормальний ріст і розвиток дерев за таких технологій можливий лише за оптимальної вологості ґрунту впродовж вегетації. Це, окрім особливостей вегетативно-генеративних процесів, зумовлено більш поверхневим розташуванням кореневої системи дерев в інтенсивних садах, яка освоює менший об'єм ґрунту, ніж сильнорослі дерева [1; 3; 4]. У разі нестачі вологи сповільнюються ростові процеси, пригнічується формування бруньок під наступний урожай тощо.

Крім того, застосування нових технологій вирощування черешні в умовах Південного Степу стримується дефіцитом і високою вартістю поливної води, традиційною паровою системою утримання ґрунту, недосконалими методами визначення режиму зрошення тощо. Особливо це питання стає актуальним у сучасних умовах зростання посушливості клімату. Так, за даними Гідрометеоцентру, останнім часом кожен другий рік характеризується як посушливий, а кожен третій – як гостро посушливий [5]. Власний аналіз погодних умов за багаторічний період, за даними Мелітопольської метеорологічної станції (1979–2015 рр.), показав суттєве збільшення показників випаровуваності впродовж вегетації, особливо за останні 5–8 років [6].

Як відомо, основними вимогами до методів призначення режиму зрошення є підтримання оптимального рівня передполивної вологості ґрунту й оперативність визначення поливного режиму. Традиційний термостатно-ваговий метод, який дає об'єктивну оцінку режиму вологості ґрунту і слугує надійним способом дотримання запланованого рівня контролю, не відповідає вимогам оперативності через енерго- та трудозатрати [7]. Ці недоліки можна виправити застосуванням розрахункового методу призначення строків і норм поливу, теоретичною основою якого є тісний зв'язок між випаровуванням вологи з ґрунту й енергетичними ресурсами атмосфери, які оцінюються таким комплексним показником, як евапотранспірація [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є багато методів, що дозволяють вирахувати ева-

потранспірацію, спираючись на різноманітні метеорологічні показники [9]. Так, наприклад, в умовах півдня України встановлено тісний зв'язок між фактичним випаровуванням із водної поверхні з випаровуваністю (коефіцієнт кореляції – 0,96), що підтверджує можливість використання метеорологічних даних для визначення поливного режиму в садах після визначення коефіцієнтів пропорційності експериментально як для певних культур, так і до ґрунтово-кліматичних умов [10].

Водночас порівняння фактичних сумарних витрат води садом із розрахунковими залежностями у ряді випадків показали, що відхилення можуть скласти від 15 до 68% [2; 7; 11]. Це підтвердило необхідність корегування емпіричних біокліматичних коефіцієнтів для конкретних культур і ґрунтово-кліматичних умов. На думку вчених, значна невідповідність між розрахунковим випаровуванням і транспірацією виникає, наприклад, коли під час посухи випаровуючий фон високий, а дерева припиняють транспірацію, щоб не допустити зневоднення тканин [11]. Тому такі методи потребують корегування й уточнення за допомогою класичного термостатно-вагового.

Щодо світових тенденцій у дослідженнях проблеми зрошення плодів насаджень, то найчастіше у західних джерелах зустрічаються результати експериментів щодо вивчення режимів зрошення плодів культур, що передбачають 50–100% компенсації евапотранспірації [12–14].

Отже, встановлення параметрів режиму мікрозрошення в черешневих садах півдня України за показниками випаровуваності є перспективним напрямом оптимізації режимів зрошення. Водночас ці питання, зокрема корегування коефіцієнтів до показника розрахункової евапотранспірації як основи для подальшого встановлення оптимального режиму зрошення, майже не досліджені для черешні взагалі, а для інтенсивних технологій її вирощування такі дані взагалі відсутні.

Мета – обґрунтувати ресурсозберігаючий режим мікрозрошення молодих інтенсивних насаджень черешні шляхом застосування розрахункового методу визначення строків і норм поливів для оперативного управління водним режимом чорнозему південного легкосуглинкового.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на землях МДСС імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН упродовж 2016–2018 рр. у молодих насадженнях черешні сорту Крупноплі-

дна 2015 р.; садіння за схемою 5х3 м, тип формування крони – веретеноподібна.

Ґрунт – чорнозем південний легкосуглинковий, характеризується такими показниками: вміст гумусу – 1,11–1,25%, щільність складання – 1,37–1,42 г/см³, найменша вологоємність – 18,3%, рН_{водн.} – 7,1–7,3. Система утримання ґрунту – чорний пар. Полив здійснювався системою краплинного зрошення із витратою води однією крапельницею 5,5 л/год. Для зрошення використовувалася вода з артезіанської свердловини з мінералізацією 1,6 г/л.

Схемою досліду передбачено такі варіанти: 1 – природне зволоження (контроль), у 2 та 3 варіантах призначення поливів здійснювалося при РПВГ 80% НВ та 70% НВ в шарі ґрунту 0–60 см. У варіантах 4, 5, 6 поливи призначалися за розрахунковим методом при 110%, 90% і 70% різниці між розрахунковою випаровуваністю (Е₀) та кількістю опадів (О).

Випаровуваність визначали за формулою М.М. Іванова:

$$E_0 = 0,018 (t + 25)^2 (100 - r) \quad (1),$$

де Е₀ – середньодобова випаровуваність, мм/д; t – середньодобова температура повітря, °С; r – середньодобова відносна вологість повітря, %.

Визначення норми поливу за балансом випаровуючого фону (Е₀–О) і опадів проводилася за даними попередніх семи днів.

Вологість ґрунту термостатно-ваговим методом за ДСТУ ISO 11465-2001 визначалася у свіжих зразках ґрунту до глибини 60–100 см через кожні 10 см один раз у 7–10 днів впродовж вегетації (квітень-жовтень). Проби ґрунту відбираються в центрі контуру зволоження.

Сумарне водоспоживання за вегетацію розраховувалося на основі даних про фактичні запаси вологи на початку та наприкінці розрахункового періоду, опадів і поливної води за спрощеною формулою водного балансу:

$$E = W_1 + O + M - W_2 \quad (2),$$

де Е – сумарне водоспоживання, м³/га; О – опади за розрахунковий період, м³/га; W₁ і W₂ – запаси вологи на початку і в кінці розрахункового періоду, м³/га; М – зрошувальна норма, м³/га.

Підґрунтові води (глибина – 3,5–4 м) участі у формуванні водного режиму ґрунту не беруть, а поверхневий стік на рівнині незначний.

Закладання дослідів, фенологічні та біометричні виміри проведено згідно з «Методикою проведення польових досліджень з плодовими культурами» [15].

Результати досліджень. Визначено, що кількість ґрунтової вологи в багаторічних насадженнях на початку вегетації зумовлено її накопиченням у осінньо-зимовий період. Так, у насадженнях черешні упродовж років досліджень на початку вегетації вологість ґрунту становила близько 100% НВ. Однак початок поливного періоду за роками дуже різнився. Наприклад, упродовж квітня 2018 р. відзначено стрімке зростання середньодобової температури повітря, яка у середньому за місяць склала 13,4°С, що на 3,2°С більше за багаторічний показник, а опадів випало лише 17% від норми. Як наслідок, величина випаровуваності становила 109,9 мм (на 54% більше за багаторічний показник), тоді як у 2016–2017 рр. цей показник був у 1,3–2 рази меншим. Це зумовило стрімке зменшення вологозапасів ґрунту та необхідність проведення першого поливу у I декаду травня 2018 р. на варіантах із РПВГ 80% НВ та 70%, 90% та 110% (Е₀–О). Слід відзначити, що у 2016 та 2017 рр. поливний період розпочато у I та III декаді червня відповідно.

Загалом величина випаровуваності за вегетаційний період перевищувала багаторічний показник в усі роки досліджень, у середньому – на 28%. Найбільший показник зафіксовано у 2018 р. – 1 138,3 мм, що на 45% перевищує середньобагаторічні значення випаровуваності, у 2017 р. та 2016 р. перевищення було у межах 27% і 12% відповідно за роками (рис. 1).

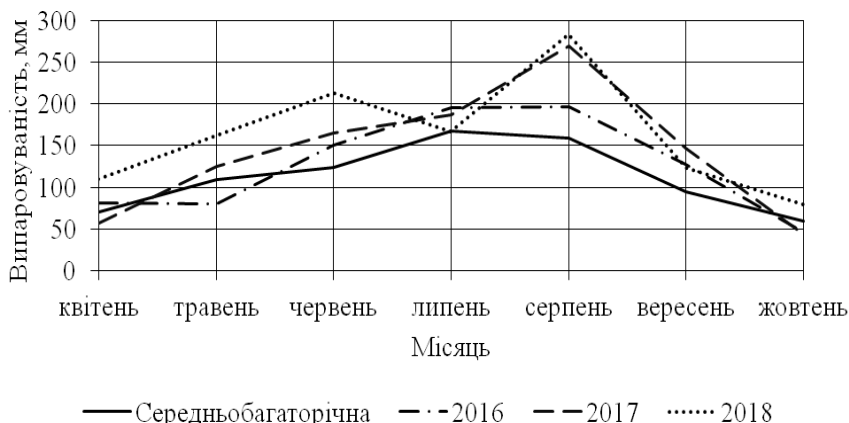


Рис. 1. Динаміка випаровуваності за вегетаційні періоди упродовж років досліджень

Слід окремо відзначити нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетації. Так, наприклад, незважаючи на те, що у середньому кількість опадів упродовж вегетації не відрізнялася від багаторічних значень, у серпні 2017 та 2018 рр. опади випа-

ли лише один раз за місяць, тоді як у липні 2018 – кожні 2–7 днів.

У підсумку високі температурні показники та нерівномірність опадів негативно впливали на стан водного режиму ґрунту і спричиняли зменшення

його вологозапасів на контрольних варіантах в окремі періоди до 28–35% НВ.

Режим вологості ґрунту, що відповідає оптимальному стану плодових культур, визначається насамперед величиною сумарного випаровування (E), яка є суттєвою складовою частиною водного балансу активного шару ґрунту зрошуваного поля [16]. У польових дослідженнях E визначають методом водного балансу, а плануючи режими зрошення, його розраховують за допомогою моделей зв'язку швидкості випаровування з метеорологіч-

ними показниками, котрі фіксуються мережею метеостанцій [9].

У наших дослідженнях для встановлення ресурсозберігаючого режиму зрошення порівнювалася величина фактичного сумарного водоспоживання, що визначалася за рівнянням водного балансу, з розрахунковою випаровуваністю на основі метеорологічних факторів за формулою М.М. Іванова (E_0).

Показник сумарного водоспоживання черешні у середньому на варіантах із РПВГ 70% НВ та 80% НВ склав 3 401 і 3 478 м³/га (табл. 1).

Таблиця 1 – Сумарне водоспоживання (E) насаджень черешні у середньому за роки досліджень, м³/га

Варіанти досліду	Вологозапаси ґрунту за вегетацію			Опади	Поливи	E
	початок	кінець	різниця			
Природне зволоження	1 535	964	571	2 618	0	3 189
РПВГ 80% НВ	1 556	1 158	368	2 618	462	3 478
РПВГ 70% НВ	1 497	1 143	354	2 618	429	3 401
110% (E_0-O)	1 587	1 259	328	2 618	663	3 609
90% (E_0-O)	1 577	1 250	327	2 618	544	3 489
70% (E_0-O)	1 455	1 108	347	2 618	422	3 387

До цих значень наближені й параметри сумарного водоспоживання за розрахункового способу призначення поливів при 90 та 70% (E_0-O) – 3 489 і 3 387 м³/га відповідно. Призначення поливів при 110% (E_0-O) зумовило найбільші його показники – 3 609 м³/га.

Далі фактичне сумарне водоспоживання порівнювалося з розрахунковою випаровуваністю за формулою М.М. Іванова. Порівняння величи-

ни фактичного сумарного водоспоживання (дані 2016–2018 рр.) черешні з розрахунковою випаровуваністю дозволило встановити тісну прямо пропорційну залежність. Зв'язок між показниками сумарного водоспоживання, визначеного термостатно-ваговим методом (y) і формулою М.М. Іванова (x), описується лінійним рівнянням: $y = 1,37x - 6,82$ при $R^2 = 0,81$, $s_{yx} = 5,1$ мм (рис. 2).

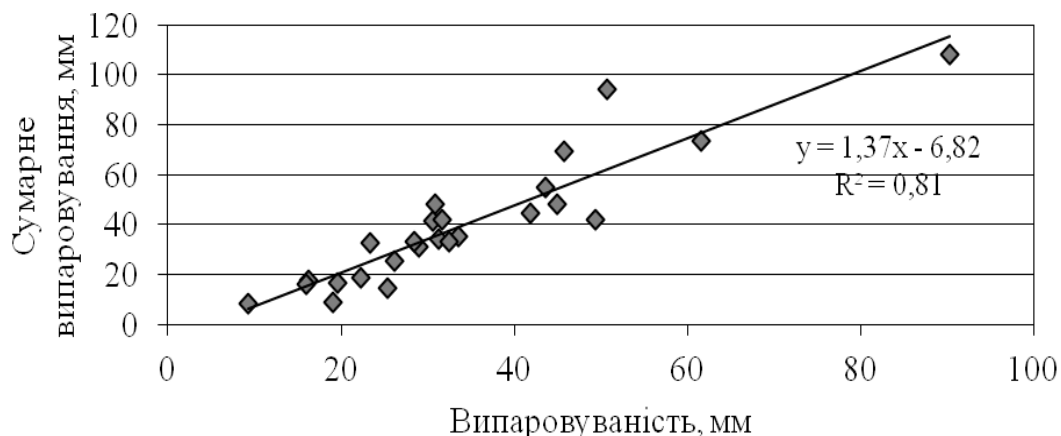


Рис. 2. Залежність сумарного водоспоживання (на прикладі РПВГ 70% НВ) від розрахункової випаровуваності (середнє за роки досліджень)

Установлено, що показники сумарного водоспоживання, визначені за формулою М.М. Іванова, збільшувалися від фактичних значень на 11–24% у першу половину вегетації. У другу половину вегетації величина сумарного водоспоживання, визначена за формулою М.М. Іванова, також збільшувалася порівняно з фактичними даними, але різниця не перевищувала 7–10%.

Для більш точного визначення сумарного випаровування розрахунковий спосіб потребує коригування коефіцієнтами, які враховують біологічні особливості дерев черешні. У наших дослідженнях про-

ведено математично-порівняльний аналіз величини сумарного випаровування в інтенсивних насадженнях черешні на чорноземі південному легкосуглинковому в шарі 0,6 м, визначеного термостатно-ваговим методом, з величиною, розрахованою як різниця між випаровуваністю за формулою М.М. Іванова (E_0) та кількістю опадів (O): 110%, 90%, 70% (E_0-O).

Так, наприклад, відхилення норм поливу, визначених термостатно-ваговим методом і на варіанти 70% і 90% (E_0-O), не перевищували 15%. Зрошувальна норма в середньому становила 401–691 м³/га. Найбільша зрошувальна

норма – за розрахункового способу призначення поливу при 110% (E_0-O), зокрема у 2018 р. – 885 м³/га (табл. 2). Слід відзначити, що протягом

усіх років досліджень більшу частину поливів проведено у серпні, коли були зафіксовані найбільш напружені погодні умови.

Таблиця 2 – Показники режимів зрошення черешні, 2016–2018 рр.

Варіант досліду	Кількість поливів, шт.	Середня норма поливу, м ³ /га	Міжполивний період, дні	Норма зрошення, м ³ /га
РПВГ 80% НВ	11	43,8	6–15	482
РПВГ 70% НВ	8	56,7	7–17	454
110% (E_0-O)	9	76,8	6–17	691
90% (E_0-O)	9	62,9	6–17	566
70% (E_0-O)	9	44,5	6–17	401

Рівень вологозабезпеченості в умовах посушливого клімату Південного Степу є одним з основних факторів, від яких залежить ріст плодових рослин. У наших дослідженнях кращий загальний стан насаджень, більш інтенсивний вегетативний ріст, активізація ряду фізіолого-біохімічних процесів дерев черешні у перші роки після садіння відзначені на зрошуваних ділянках. На початкових етапах розвитку нормальні ростові процеси є головною передумовою настання генеративного періоду у дерев. Зважаючи на це, оптимізація умов зволоження є важливою складовою частиною технології вирощування молодих інтенсивних насаджень і реалізації деревами генетичного потенціалу продуктивності у майбутньому.

Окрім агрономічної ефективності через позитивний вплив на активність фізіолого-біохімічних процесів дерев черешні, використання розрахункового методу дозволяє знизити витрати на призначення поливів на 2589–4039 грн або 1,8–3,2 рази порівняно із традиційним термостатно-ваговим методом. Крім того, останній потребує ще й високих затрат фізичної сили та не відповідає вимогам оперативності призначення поливів упродовж вегетації. З економічного погляду для молодих неплодоносних насаджень доцільне призначення поливів при 90% і 70% від різниці між випаровуваністю та кількістю опадів (E_0-O), що сприяє підтриманню вологості ґрунту не нижче 70% НВ та зниженню на 21–70% витрат матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів.

Таким чином, для визначення сумарного випаровування розрахунковим методом для оперативного призначення строків і норм поливів молодих інтенсивних насаджень черешні можна використовувати такі агрометеорологічні показники: випаровуваність, яка включає середньодобові температуру повітря, відносну вологість повітря та кількість опадів за певний проміжок часу. Цей метод рекомендовано як альтернативу призначення поливів за термостатно-ваговим методом для молодих насаджень черешні Південного Степу України на рівнинних територіях, де поправками на поверхневий стік можна знехтувати.

Висновки. Визначено доцільність використання таких агрокліматичних показників, як розрахункова випаровуваність (E_0) і кількість опадів (O) для визначення поливного режиму, що дозволяє знизити витрати матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів на 21–70% порівняно із традиційним термостатно-ваговим методом призначення поливів.

Для молодих неплодоносних насаджень черешні доцільне призначення поливів при 90% і 70% від балансу між випаровуваністю та кількістю опадів (тобто використання коефіцієнтів 0,7 та 0,9 для E_0-O) упродовж вегетації, що сприяє підтриманню вологості ґрунту не нижче 70% НВ і забезпечує оптимальну інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів за відсутності зайвих витрат води. Відхилення норм поливу, визначених термостатно-ваговим методом і за 70% та 90% (E_0-O), не перевищували 15%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Барабаш Т.М. Вплив ущільненого садіння на продуктивність дерев черешні (*Cerasus avium* Moench). *Науковий вісник НУБІП*. 2009. № 133. С. 248–254.
2. Кищак Е.А. Эффективные типы насаждений черешни в Украине. *Садководство и виноградарство*. 2013. № 6. С. 10–15.
3. Neilsen G.H., Forge T.A., Angers D.A., Neilsen D., Hogue E.J. Suitable orchard floor management strategies in organic apple orchards that augment soil organic matter and maintain tree performance. *Plant and Soil* 378 (1–2), 325–335(2014). doi:10.1007/s11104-014-2034-8.
4. Robinson T. Advances in apple culture worldwide. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. Vol. especial. P. 37–47 (2011). doi: 10.1590/S0100-29452011000500006
5. Сніговий В.С. Актуальні проблеми розвитку зрошувального землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 62–64.
6. Козлова Л.В., Малюк Т.В. Управління режимом зрошення в інтенсивних садах яблуні (*Malus domestica Borkh.*) на півдні України. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 116–122.
7. Горбач М.М., Позднякова Т.П., Козлова Л.В. Порівняльна оцінка методів розрахунку строків і норм поливу садів на чорноземах південних. *Садівництво*. 2011. Вип. 64. С. 156–163.
8. Водяницький В.І., Позднякова Т.П., Горбач М.М. Водоощадлива технологія мікрозрошення яблуні. *Аграрна наука виробництва*. 2008. № 1. С. 6.
9. Рассулов А.Р., Лучков П.Г. Определение запасов влаги по агроклиматическим показателям. *Аграрная наука*. 2003. № 11. С. 22–23.
10. Горбач М.М., Козлова Л.В. Режим мікрозрошення плодових культур на півдні України. *Садівництво*. 2015. Вип. 70. С. 122–127.

11. Голченко М.Г., Девятков А.С., Лагун Г.Д. Орошение садов и ягодников. Минск : Ураджай, 1985. 191 с.
12. Marsal J., Lopez G., Arbones A., Mata M., Vallverdu X., Girona J. Influence of post-harvest deficit irrigation and pre-harvest fruit thinning on sweet cherry (cv. New Star) fruit firmness and quality. 2009. Vol. 84. P. 273–278.
13. Greven M., Green S., Neal S., Clothier B., Neal M., Dryden G., Davidson P. Regulated deficit irrigation (RDI) to save water and improve Sauvignon Blanc quality. *Water Sci Technol.* 2005. № 51 (1). P. 9–17.
14. Goodwin I., Boland A.-M. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. *Deficit irrigation practices Department of Natural Resources and Environment, Institute of Sustainable Irrigated Agriculture, Tatura, Australia.* 2010. P. 67–78.
15. Горбач Н.М., Козлова Л.В. Автоматизированное управление режимами орошения в интенсивных садах Украины. *Сборник научных трудов СКЗНИИСиВ.* 2015. Т. 8. С. 104–110.
16. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методики проведения полевых досліджень з плодовими культурами. Київ : Аграрна наука, 1996. 96 с.
17. Шумаков И.Б. Экологически обоснованные (дифференцированные) режимы орошения сельскохозяйственных культур. *Мелиорация и водное хозяйство.* 2000. № 6. С. 35–36.
6. Kozlova, L.V., & Maliuk, T.V. (2018). *Upravlinnia rezhymom zroshennia v intensyvnnykh sadakh yabluni (Malus domestica Borkh.) na pivdni Ukrainy* [Management of irrigation regime in intensive apple orchards (*Malus domestica Borkh.*) in the south of Ukraine]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 73, 116–122 [in Ukrainian].
7. Horbach, M.M., Pozdniakova, T.P., & Kozlova, L.V. (2011). *Porivnialna otsinka metodiv rozrakhunku strokiv i norm polyvu sadiv na chornozemakh pivdennykh* [Comparative estimation of calculation methods of terms and norms of gardens watering of southern black soils]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 64, 156–163 [in Ukrainian].
8. Vodianytskyi, V.I. Pozdniakova, T.P., & Horbach, M.M. (2008). *Vodooshchadlyva tekhnolohiia mikrozhroshennia yabluni* [Water-saving technology of apple tree micro-irrigation]. *Ahrarna nauka vyrobnytstvu – Agrarian Science to Production*, 1, 6 [in Ukrainian].
9. Rassulov, A.R., & Luchkov, P.G. (2003). *Opredeleniye zapasov vlazi po agroklimaticheskim pokazatelyam* [Determination of moisture reserves according to agroclimatic indicators]. *Agrarnaya nauka – Agrarian Science*, 11, 22–23 [in Russian].
10. Horbach, M.M., & Kozlova, L.V. (2015). *Rezhym mikrozhroshennia plodovykh kultur na pivdni Ukrainy* [Micro-irrigation regime of fruit crops in the South of Ukraine]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 70, 122–127 [in Ukrainian].
11. Golchenko, M.G., Devyatov, A.S., & Lagun, G.D. (1985). *Orosheniye sadov i yagodnikov* [Irrigation of orchards and berries]. *Minsk: Uradzhay* [in Russian].
12. Marsal, J., Lopez, G., Arbones, A., Mata, M., Vallverdu, X., & Girona, J. (2009). Influence of post-harvest deficit irrigation and pre-harvest fruit thinning on sweet cherry (cv. New Star) fruit firmness and quality. Vol. 84. P. 273–278 [in English].
13. Greven, M., Green, S., Neal, S., Clothier, B., Neal, M., Dryden, G., & Davidson, P. (2005). Regulated deficit irrigation (RDI) to save water and improve Sauvignon Blanc quality. *Water Sci Technol.* 51 (1). P. 9–17 [in English].
14. Goodwin, I., & Boland, A.M. (2010). Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. *Deficit irrigation practices Department of Natural Resources and Environment, Institute of Sustainable Irrigated Agriculture, Tatura, Australia.* P. 67–78 [in English].
15. Kondratenko, P.V., & Bublik, M.O. (1996). *Metodyky provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy* [Methods of conducting field studies with fruit crops]. *Kyiv: Ahrarna nauka* [in Ukrainian].
16. Shumakov, I.B. (2000). *Ekologicheski osnovannyye (differentsirovannyye) rezhimy orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kultur* [Environmentally reasonable (differentiated) crop irrigation regimes]. *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo – Melioration and Water Management*, 6, 35–36 [in Russian].

REFERENCES:

1. Barabash, T.M. (2009). *Vplyv ushchilnenoho sadinnia na produktyvnist derev chereshni (Cerasus avium Moench)* [Effect of compacted planting on the productivity of sweet cherry trees (*Cerasus avium Moench*)]. *Naukovyi visnyk NUBiP. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 133, 248–254 [in Ukrainian].
2. Kishchak, Ye.A. (2013). *Effektivnyye typy nasazhdeniy chereshni v Ukraine* [Effective types of sweet cherry plantations in Ukraine]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo – Horticulture and viticulture*, 6, 10–15 [in Russian].
3. Neilsen, G.H., Forge, T.A., Angers, D.A., Neilsen, D., & Hogue, E.J. (2014). Suitable orchard floor management strategies in organic apple orchards that augment soil organic matter and maintain tree performance. *Plant and Soil* 378 (1–2), 325–335. doi:10.1007/s11104-014-2034-8 [in English].
4. Robinson, T. (2011). Advances in apple culture worldwide. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* vol. especial, P. 37–47. doi:10.1590/S0100-29452011000500006 [in English].
5. Snihovy, V.S. (2007). *Aktualni problemy rozvytku zroshuvanoho zemlerobstva* [Actual problems of irrigated agriculture development]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 2, 62–64 [in Ukrainian].