

ISSN 0558-1125

УДК 634.20:631.533.3:551.524.37”321”

В.А. ОДИНЦОВА, кандидат біологічних наук

Мелітопольська дослідна станція садівництва (МДСС) імені М.Ф.Сидоренка ІС НААН,
Мелітополь, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕРМІНУ ПРОВЕДЕННЯ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БРУНЬОК ДЕРЕВ КІСТОЧКОВИХ КУЛЬТУР ПРИ ЗАХИСТІ ВІД ВЕСНЯНИХ ЗАМОРОЗКІВ

V.A. ODYNTSOVA, PhD

M.F.Sydorenko Melitopol' Research Fruit Growing Station of the Institute of Horticulture of National
Academy of Agrarian Sciences, NAAS, Melitopol', Ukraine

SUBSTANTIATION OF THE TERM OF THE STONE FRUIT CROPS TREES BUDS EVAPORATIVE COOLING DURING THE PROTECTION FROM SPRING FROSTS

За результатами всебічного оцінювання фенокліматологічного показника – градусо-годин росту (ГТР) доведено високу точність і доцільність використання його для визначення терміну проведення випарного охолодження бруньок дерев кісточкових культур із застосуванням дрібнодисперсного дощування при захисті насаджень від весняних заморозків.

По результатам всесторонней оценки феноклиматологического показателя – градусо-часов роста (ГЧР) доказаны высокая точность и целесообразность его использования для определения срока проведения испарительного охлаждения почек деревьев косточковых культур с применением мелкодисперсного дождевания при защите насаждений от весенних заморозков.

As a result of evaluating comprehensively the pheno-climatographical index –growing degree hours (GDH) high level of its accuracy and expediency was proved for the determination of the stone fruit crops trees buds evaporative cooling using micro-sprinkler irrigation during the orchard protection from spring frosts.

Заморозки у природі є комплексним явищем, котре визначається агрометеорологічними кліматографічними та біологічними показниками. Відомо, що вони класифікуються як: радіаційні, радіаційно-адвективні (змішані) та адвективні [1, 5], за інтенсивністю – як слабкі (до -3°C), середні (від -3 до -5°C) та сильні (від -6°C і нижче), за тривалістю – як короткі (до 5 годин), середні (від 5 до 12 годин) і тривалі (більше 12 годин) [10].

Ступінь пошкодження генеративних утворень весняними заморозками залежить не тільки від їх інтенсивності і тривалості, а й швидкості падіння температури повітря, а також від календарної дати, яка тісно пов'язана з фазою розвитку та ступенем морозостійкості плодкових дерев. Найбільш небезпечними є заморозки у квітні і травні з інтенсивністю від -2 до -5°C . У південному Степу України вони спостерігаються у 20-50% років і спричиняють значне пошкодження генеративних бруньок або зав'язі, а іноді викликають і їх повну загибель у більшості кісточкових культур.

В наш час наукою та практикою розроблено і застосовується ряд заходів, які запобігають пошкодженню та загибелі вищеназваних органів плодкових дерев від низьких температур під час весняних заморозків. У світовій практиці існують два методи: прямий, при якому захист рослин проводиться безпосередньо під час дії негативних температур, і непрямий, в основі якого лежить затримка цвітіння дерев. Останній спрямований на те, щоб найменш чутливі фази розвитку генеративних бруньок не підпадали під вплив критичних температур повітря. Його застосування включає суцільну побілку дерев [5, 20], обприскування їх регуляторами та інгібіторами росту й розвитку (гібереліном з етрелом [26], етефоном [8, 19], абсцизовою кислотою разом з маслом бобів сої [18] та іншими фізіологічними речовинами [4, 24]), а також ранньолітнє обрізування пагонів [2] і дощування [16, 21, 22, 23].

Велике різноманіття заходів, які використовуються в садівництві в різні періоди життєвого циклу дерев для захисту від пошкоджень заморозками, підтверджують актуальність даної проблеми. Однак при захисті плодкових насаджень від весняних заморозків економічно виправданими будуть ті способи й технології, котрі поряд із захисними, дозволяли б виконувати й інші агротехнічні заходи. Одним із таких є, насамперед, дрібнодисперсне дощування.

Оцінка стійкості органів дерев кісточкових культур до негативної дії довкілля в зимовий період та на початку весняної вегетації показала, що темп розвитку бруньок значною мірою залежить від температури навколишнього середовища [14]. Отже, її зниження може затримати розвиток бруньок. Весною, на початку вегетації, застосування дощування дозволяє знижувати температуру всередині бруньок і затримувати їх розвиток внаслідок випарного охолодження. Це сприяє зсуву фази цвітіння на більш пізні календарні строки та запобігає пошкодженню генеративної сфери під час імовірних весняних заморозків. Випарне охолодження бруньок відбувається внаслідок зниження їх температури шляхом використання теплоти повітря для випаровування крапель дощу. Відомо, що ефективність цього процесу зростає при зниженні розміру крапель [23], тобто коли перевага віддається дрібнодисперсному дощуванню. Проведення його з метою виконання випарного охолодження бруньок дозволить знизити

ступінь пошкодження генеративних утворень від негативних критичних температур повітря, оскільки вони будуть у більш морозостійкій фазі розвитку.

Найважливішою передумовою надійного захисту рослин від весняних заморозків, поряд із високоякісною роботою системи дощування, є правильно вибраний момент її вмикання та вимикання. Автоматизоване управління протизаморозковим захистом при непрямому методі передбачає визначення терміну початку та закінчення дрібнодисперсного дощування, а також тривалості роботи системи зрошення (полив - пауза). Із низки показників управління зупинимо увагу на встановленні загального періоду проведення дощування.

Більшість зарубіжних дослідників починали надкранове дощування дерев відразу після завершення періоду органічного спокою рослин, щоб домогтися найбільшого відстрочування дати цвітіння [16, 23]. Але враховуючи погодні умови кожного конкретного регіону в цей час, особливо перенесення на ймовірну наявність зворотних холодів, вказаний захід бажано б розпочинати у більш пізні строки. Дата його початку, насамперед, залежить від конкретних метеорологічних умов зони вирощування та особливостей сортів плодових культур. Найчастіше випарне охолодження триває до настання повного цвітіння дерев на ділянках саду, де дощування не застосовувалось.

Таким чином, від точності визначення дат початку та закінчення протизаморозкового дощування із застосуванням випарного охолодження бруньок залежить своєчасний термін його виконання і внаслідок цього забезпечення необхідної тривалості затримки цвітіння дерев.

Методика. Фенокліматографічний метод, запропонований американськими вченими, дозволяє з достатньо високою точністю встановити як дати виходу зі спокою, так і відповідних етапів розвитку бруньок до початку цвітіння дерев. Тому для призначення моменту вмикання та вимикання системи дрібнодисперсного дощування, який тісно пов'язаний з розвитком дерев, було використано саме фенокліматографічні моделі. Розрахунки за ними виконано для сортів: абрикоса – Мелітопольський лучистий, персика – Іван Тупіцин і черешні – Крупноплідна. Дата виходу рослин із біологічного спокою визначається за фенокліматографічною SU -моделлю [25], за допомогою якої підраховується загальна кількість одиниць охолодження (ОО) з моменту входу у період спокою і до його закінчення. Сумарна кількість ОО відповідає попередньо встановленому постійному граничному значенню для кожного конкретного сорту відповідної культури. Початок цвітіння визначається за $ASYMCUR$ -моделлю [15], яка підсумовує значення градусо-годин росту (ГГР) за кожну годину доби, починаючи від дати виходу з періоду спокою, і відповідає постійному граничному значенню ГГР для відповідного сорту.

За допомогою фенокліматографічних моделей і статистичного методу найменших стандартних відхилень [17] попередньо встановлюються постійні граничні значення

накопичення одиниць охолодження (ОО), які необхідні для виходу дерев із стану спокою, та градусо-години росту (ГГР), накопичення яких потрібне для початку їх цвітіння.

Вивчення динаміки ростових процесів генеративних органів абрикоса, персика й черешні в зимово-весняний період за показниками вмісту в них загальної води проводили за методикою, викладеною в роботі [14].

Результати досліджень. За експериментальними даними по досліджуваних сортах (табл. 1) визначено період впливу дрібнодисперсного дощування на рослини, а саме: дати початку та завершення випарного охолодження бруньок.

Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що протизаморозкові поливи треба починати, коли накопичення ГГР досягне 30% від граничної суми, а закінчувати – при 100% – суми, котра необхідна для початку цвітіння дерев [9].

1. Граничні значення фенокліматографічних показників кісточкових плодових культур

Назва показника	Найменування етапу розвитку	Культура, сорт	Граничні значення, °С
Накопичення деревами ОО у стані біологічного спокою (осінньо-зимовий період)	Початок виходу дерев зі стану біологічного спокою	<i>Абрикос</i> Мелітопольський лучистий	940 ± 4
		<i>Персик</i> Іван Тупіцин	1200 ± 7
		<i>Черешня</i> Крупноплідна	1350 ± 4
Накопичення ГГР після їх виходу зі стану біологічного спокою (зимово-весняний період)	Початок цвітіння дерев	<i>Абрикос</i> Мелітопольський лучистий	3725 ± 23
		<i>Персик</i> Іван Тупіцин	4866 ± 25
		<i>Черешня</i> Крупноплідна	4839 ± 25

Використовуючи отримані показники граничних значень ОО та ГГР, розраховано на прикладі 2013 року календарні дати початку випарного охолодження бруньок дерев абрикоса (23.03), персика (02.04) та черешні (03.04). Отримані дати відповідають накопиченню 30% від граничної суми (ГГР), необхідної для початку цвітіння. Дату закінчення випарного охолодження прогнозовано на початок цвітіння дерев без протизаморозкового захисту, що відповідає 100% ГГР.

Результати проведення валідації (оцінювання) застосованих моделей на точність, надійність і репрезентативність, виконаної за допомогою порівняння розрахованих прогнозованих дат початку цвітіння з фактичними, які отримано за даними спостережень за цвітінням дерев кісточкових культур в саду, представлено в таблиці 2. Розбіжність дат становить від 0 до 3 днів і не суперечить висновкам щодо репрезентативності моделей [12]. Відмітимо, що CU- і ASYMCUR- моделі тісно пов'язані між собою, тому що дати цвітіння прогнозуються від дати виходу зі спокою. На основі вищевикладеного матеріалу можна дійти висновку, що обидві моделі є досить точні та надійні.

Отже, для досягнення мети досліджень, спираючись на встановлені постійні граничні значення ОО та ГПР, за допомогою фенокліматогографічного методу можна прогнозувати календарні дати виходу дерев плодкових культур, які вивчалися, зі стану біологічного спокою та початку цвітіння, а також встановлювати строки початку та закінчення проведення протизаморозкового дощування непрямим методом, враховуючи метеорологічні дані про максимальні та мінімальні температури кожного конкретного року.

2. Порівняння розрахованих і фактичних дат початку цвітіння дерев абрикоса, персика й черешні

Культура, сорт	Рік	Розрахована дата виходу з біологічного спокою	Дата початку цвітіння		Різниця між розрахованими та фактичними датами цвітіння, дні
			прогнозована	фактична	
<i>Абрикос</i> Мелітопольський лучистий	2011	07.12.10	23.04	22.04	+1
	2012	13.12.11	16.04	17.04	-1
	2013	22.01.13	15.04	13.04	+2
<i>Персик</i> Іван Тупіцин	2011	28.12.10	27.04	28.04	-1
	2012	31.12.11	20.04	23.04	-3
	2013	10.02.13	21.04	19.04	+2
<i>Черешня</i> Крупноплідна	2011	06.02.11	28.04	28.04	0
	2012	08.01.12	20.04	22.04	-2
	2013	21.02.13	21.04	22.04	-1

Вирішуючи питання захисту насаджень від весняних заморозків, необхідно брати до уваги як біологічні особливості кісточкових культур, так і їх чутливість до кліматичних умов. Дослідження динаміки ростових процесів генеративних органів дерев абрикоса, персика й черешні в зимово-весняний період за вмістом в них загальної води дозволило простежити зміни

у бруньках під час біологічного спокою й весняної вегетації до початку цвітіння. Відомо, що процеси росту й розвитку у бруньках тісно пов'язані з температурним режимом зовнішнього середовища [14]. Звернемо увагу на те, що серед методів прогнозування термінів настання окремих фенофаз, які передують цвітінню плодкових дерев, найбільш придатним є фенокліматографічний, який дає змогу за накопиченням ОО визначити дату виходу зі стану спокою, а за нагромадженням ГГР – дату початку цвітіння. Оскільки основними вхідними параметрами фенокліматографічних моделей є максимальні та мінімальні температури повітря, то між обводненням генеративних бруньок кісточкових культур і ГГР має бути зв'язок. З'ясування загальної закономірності динаміки процесів розвитку в генеративних бруньках дерев досліджуваних культур із накопиченням ГГР дозволить простежити вплив метеорологічних показників на їх обводнення. Крім того, шляхом вивчення такого еколого-фізіологічного показника, як накопичення загального вмісту води у тканинах бруньок, можна довести, що непряме встановлення строків виходу зі стану спокою та початку цвітіння за допомогою фенокліматографічного методу, є надійним та об'єктивним.

Вихідні експериментальні дані про динаміку обводнення генеративних бруньок і ГГР кісточкових культур наведено у вигляді графіків (рис.).

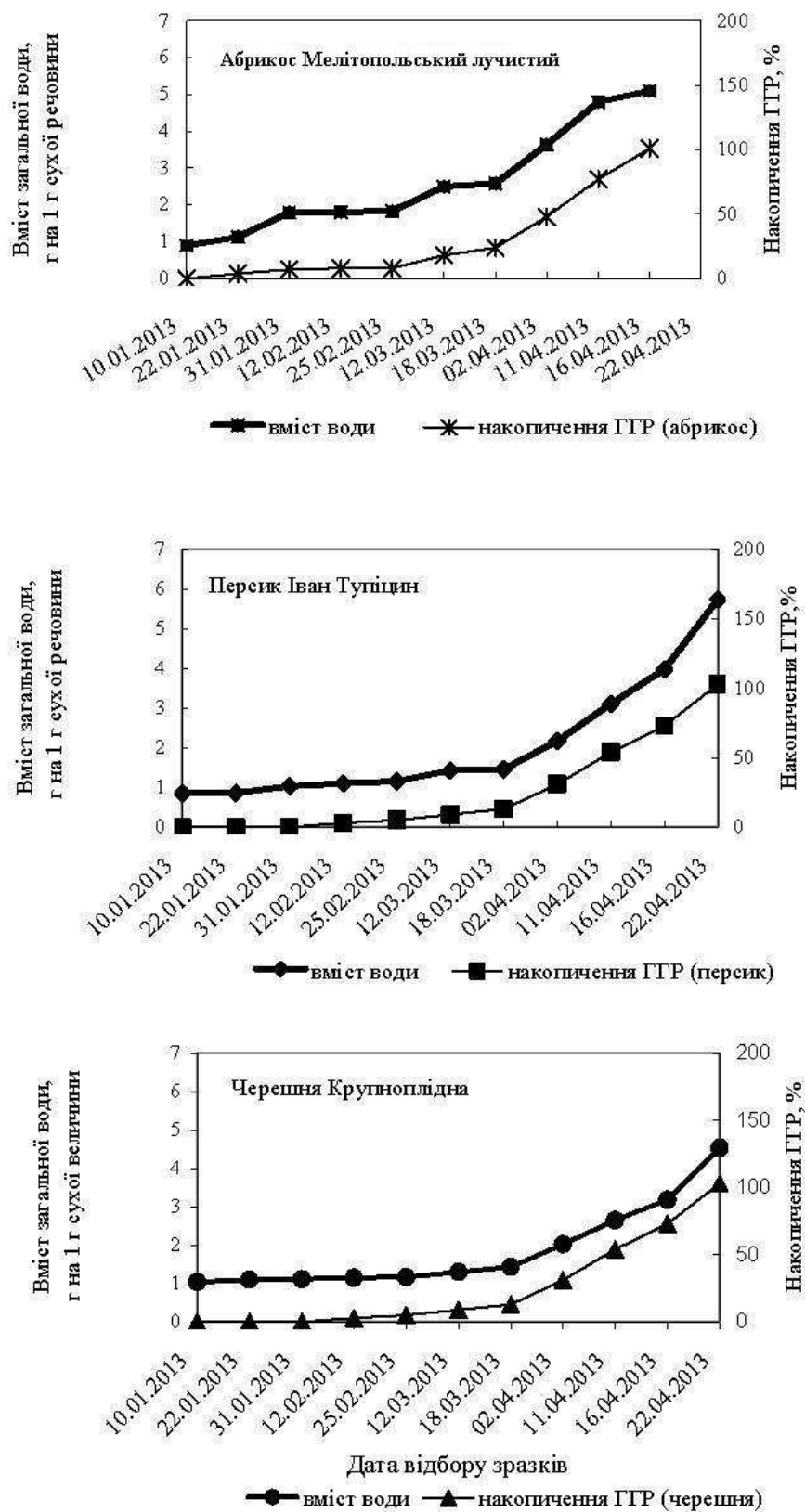


Рис. Динаміка обводнення генеративних бруньок дерев абрикоса, персика й черешні та накопичення ГПР у зимово-весняний період 2013 року

З наведених даних на прикладі 2013 року простежується характер впливу накопичення ГГР на інтенсивність розвитку генеративних бруньок абрикоса, персика та черешні. Встановлено, що в зимовий період майже не відбувається збільшення вмісту загальної води через те, що дерева ще не вийшли зі стану спокою. На цей час нагромадження ГГР повністю відсутнє або становить від 0 до 2%.

Далі, тобто після виходу дерев зі стану спокою розпочинається більш інтенсивний розвиток бруньок, що підтверджується збільшенням їх обводнення поряд із зростанням кількості ГГР. Протягом періоду спостережень загальна кількість води в генеративних бруньках збільшувалася з різною швидкістю в залежності від досліджуваної породи і погодних умов.

На початку весняної вегетації відмічено більш інтенсивне зростання всіх показників. Найвищого ступеня обводнення репродуктивні органи дерев досліджуваних культур досягли перед цвітінням, у фенофазу „пухкий бутон”. Графічний аналіз збільшення загального вмісту води у тканинах генеративних бруньок, поряд з темпом накопичення ГГР, підтвердив, що обидва процеси при відповідних умовах мають тенденцію до зростання.

За результатами регресійного аналізу багаторічних даних встановлено тісний нелінійний зв'язок між показником розвитку генеративних бруньок (загальним обводненням), з одного боку, та нагромадженням ГГР, необхідних для початку цвітіння, з іншого. Для кожної культури виведено рівняння регресії третього ступеня, імовірність якого підтверджено коефіцієнтами детермінації ($R^2 = 0,97; 0,98; 0,95$). Вони вказують на частку варіацій водного режиму бруньок дерев абрикоса, персика й черешні, пов'язаних з дією досліджуваних факторів – накопичення ГГР. Обчислено також перші похідні отриманих функцій. Вони характеризують інтенсивність процесу розвитку бруньок досліджуваних рослин за різних температур повітря, врахованих при обчисленні ГГР. Це дало можливість виявити таку закономірність: точка перегину виведених функцій для абрикоса, персика та черешні відповідає одному й тому ж значенню – 43% ГГР [6, 7]. На цей час у пиляках розвинені мікроспори перетворюються в одноядерні зерна пилку. На основі отриманих результатів встановлено, що інтенсивність розвитку генеративних бруньок залежить від їх фізіологічного стану, на який значно впливає температура довкілля.

Отже, за кількісним накопиченням ГГР, можна простежити темп розвитку генеративних бруньок (за показником їх загального обводнення) в період після виходу дерев зі стану біологічного спокою до початку цвітіння.

Слід зазначити, що за роки досліджень у рослин абрикоса темпи обводнення бруньок були значно вищими, ніж у персика й черешні. Отримані дані не суперечать відомостям про те, що ритм розвитку генеративних бруньок і строки цвітіння значною мірою залежать від погодних факторів і сортових ознак плодових культур [3, 11, 13].

Висновки. Результати експерименту виявили тісний нелінійний зв'язок між вищерозглянутими еколого-фізіологічними показниками розвитку генеративних утворень (обводненням бруньок) та кількісним накопиченням ГГР. Це ще раз підтверджує надійність і придатність застосованих нами фенокліматографічних моделей щодо досить точного встановлення дати початку проведення випарного дощування з метою збереження генеративних бруньок від весняних заморозків.

Список використаної літератури

1. Гольцберг И.А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними / И.А. Гольцберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 198 с.
2. Грицаєнко А.О. Плодівництво / А.О. Грицаєнко. – Київ: Урожай, 2000. – 432 с.
3. Елманова Т.С. Темпы роста и развития генеративных почек у сортов персика различных эколого-географических групп / Т.С. Елманова // Бюл. ГНБС. – 1972. – Вып. 3, № 9. — С. 45-47.
4. Ильин В.С. Повышение устойчивости черной смородины к весенним заморозкам с помощью физиологически активных веществ / В.С. Ильин, В.И. Филиппов // Физиология, экология и агротехника садовых культур. – Новосибирск, 1985. – С. 13-18.
5. Константинов Л.К. Погода и сад / Л.К. Константинов. – М.: Московский рабочий, 1974. – 96 с.
6. Одинцова В.А. Взаємозв'язок обводнення генеративних бруньок абрикоса й персика та температурних умов їх розвитку після виходу рослин зі стану спокою / В.А. Одинцова // Физиология и биохимия культ. растений. – 2011. – Т. 43, № 5. – С. 433-439.
7. Одинцова В.А. Взаємозв'язок обводнення генеративних бруньок черешні з фенокліматографічним показником їх розвитку / В.А. Одинцова // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46, № 2. – С.165-170.
8. Пат. 2198499 Российская Федерация, МПК А01G7/06, А01N33/22. Способ защиты плодовых деревьев от весенних заморозков / В.А. Степанов (UA), А.Э. Меньшиков (UA), М.В. Мещерякова (UA), Ю.П. Крамаренко (UA), О.Г. Полгородник (UA); заявитель – Открытое акционерное общество "Концерн Стирол" (UA). – № 2001103787/13; заявл. 13.02.2001; опубл. 20.02.2003.
9. Пат. 49619 Україна, МПК А 01 G 13/06. Спосіб захисту кісточкових плодкових культур від весняних приморозків випарним охолодженням бруньок / В.А. Одинцова; власник патенту – Ін-т зрош. садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН. – № U2009 09392; заявл. 14.09.09; опубл. 11.05.10, Бюл. №9. – 4 с.
10. Сальникова Н.И. Типы заморозков с учетом сопутствующих им температур в условиях различной континентальности климата / Н.И. Сальникова // Тр. ИЭМ. – 1975. – Вып. 4 (48). – С. 187-193.
11. Федченкова Г.А. Цикл роста и формирования генеративных почек абрикоса в степной части юга Украины / Г.А. Федченкова // Бюл. ВНИИР. – 1973. – № 30. – С. 68–71.
12. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс., Дж.Х.М. Торнли; пер. с англ. А.С. Каменского; под. ред. Ф.И. Ерешко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
13. Шолохов А.М. Влияние температурного фактора на зимне-весеннее развитие цветковых почек абрикос / А.М.Шолохов, В.И. Вазов // Тр. ГНБС. Т. LXIV. – 1974. – С. 69-78.
14. Яблонский Е.А. Изучение динамики общего содержания воды в зимующих органах растений для оценки их устойчивости к неблагоприятным условиям среды / Е.А. Яблонский // Бюл. ГНБС. – 1976. – Вып. 2 (30). – С. 64-69.

15. Anderson J. L. Validation of chill unit and flower bud phenology models for `Montmorency` sour cherry / J. L. Anderson, E. A. Richardson // *Acta Hort.* V. 184. – 1986. – P.71-74.
16. Anderson J. L. Bloom delay in deciduous fruit trees / J. L. Anderson, S.D. Seeley // *Horticultural Reviews*, (ed J. Janick), Oxford, UK. John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9780470650547. – 2010. –V.15. – 85 p.
17. Ashcroft G.L. A statistical method of determining chill unit and growing degree hour requirements for deciduous fruit trees / G.L. Ashcroft, E.A. Richardson // *Hort. Sci.* Vol. 12. – 1977. – P. 347–348.
18. Deyton D.E.. Effect of abscisic acid and soybean oil on delay of peach flowering / D.E. Deyton, C.E. Sams and J.C. Cummins // *Acta Hort.*– 2010.– XI International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. – № 884 (ISHS). – P. 449-453.
19. Grijalva-Contreras R. L, Effect of ethephon on almond bloom delay, yield, and nut quality under warm climate conditions in Northwestern Mexico / R. L. Grijalva-Contreras, G. Martínez-Díaz, R. Macías-Duarte, F. Robles-Contreras // *Chilian J. Agr. Res.* – 2011. – V. 71, № 11. – P. 334-338.
20. Henze T. Abwehe von Schaden durch Blüten – frost. Versuche zur steigerung der Prostharte / T.Henze // *Bhein. Mschr.Gemüse Obst. Schnittblumen* – 1982. – H.70, №3. – S. 98-102.
21. Lakatos L, The effect of cooling irrigation on the blooming dynamic of plum / L. Lakatos, I.Gonda, J.Soltész, Z. Szabó, J. Nyéki // *International Journal of Horticultural Science.* V.16. – 2010. – P. 57-59.
22. Lakatos L. Possibility for modification of microclimate in orchards by using evaporative cooling irrigation /L. Lakatos, A. Zyromski, M. Binsak-Pierog // *J. Water Lend Dev.* – 2012. – № 16. – P. 29-34.
23. Parsons L.R. Microsprinkler irrigation for freeze protection: evaporative cooling and extent of protection in an advective freeze / L.R. Parsons, T.A. Wheaton // *J. Am. Soc. Hortic. Science.* – 1987. – V. 112, №6. – P. 897-902.
24. Rasko J. N-phenyl-phthalamic acid fertilization effects on flowering, fruit set and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.) / J. Rasko // *J. Agr. Sci.* V.24. – 2006. – P. 24-28.
25. Richardson E.A. A model for estimating the competition of rest for `Redhaven` and `Elberta` peach trees / E.A. Richardson, S.D. Seeley, D.R. Walker // *Hort. Sci.* V. 9. – 1974. – P. 331-332.
26. Williams K.M. Peach bloom delay using fall applications of ethrel and pro-gibb / K.M. Williams // *Acta Hort.* – 1989. – II International Peach Symposium. – № 254 (ISHS). – P.151-154.

Одержано редколлегією

09.03.14