

## ЗАСТОСУВАННЯ ФЕНОКЛІМАТОГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ПЕРІОДУ НАЙБІЛЬШОЇ ПОТРЕБИ ПЛОДОВИХ РОСЛИН У ВОЛОЗІ

**В.А. ОДИНЦОВА**, кандидат біол. наук  
Мелітопольська дослідна станція садівництва (ДСС) ім. М.Ф. Сидоренка  
Інституту садівництва (ІС) НААН України,  
72311, Мелітополь, вул. Вакуленчука, 99,  
e-mail: iosuaan@zp.ukrtel.net

*Представлено результати оригінального прийому розрахунку, шляхом застосування фенокліматографічних моделей, дат призначення поливів, які відповідають кількісному накопиченню деревами абрикосу (*Prunus armeniaca* L.) сорту Мелітопольський лучистий та черешні (*Cerasus avium* L.) Крупноплідна умовної енергії на відповідному етапі їх росту й розвитку. Фенокліматографічні CU- і ASYMCUR- моделі, насамперед, застосовуються для встановлення постійних граничних значень CU (chill unit), які потрібно накопичити плодовими деревами для виходу із періоду біологічного спокою, та GDH (growing degree hour), необхідних для початку їх цвітіння. За розрахованими граничними значеннями CU нами визначено дати виходу з періоду біологічного спокою, а за GDH – дати початку цвітіння абрикосу й черешні, а також дати початку знімальної стиглості для цих кісточкових культур. За показниками GDH, спрогнозовано календарні дати найбільш критичного періоду росту та розвитку їх дерев, а саме: періоду формування плоду у фазу затвердіння кісточки, що відповідає накопиченню 50 % GDH від граничної суми, необхідної для початку знімальної стиглості плодів. Відмічено, що цей термін є оптимальним для своєчасного проведення поливів.*

**Ключові слова:** черешня, абрикос, фенокліматографічні моделі, CU, GDH, вихід з біологічного спокою, початок цвітіння, критичний період росту та розвитку плоду, період найбільшої потреби рослин у волозі.

Відомо, що функціональна діяльність плодових рослин суттєво залежить від температурних умов навколишнього середовища та вологозабезпечення [1]. Для призначення поливів абрикосу та черешні у період найбільшої потреби у волозі, а саме за два тижня до настання знімальної стиглості плодів [2], заслуговує на увагу розрахунок цих дат з використанням фенокліматографічного методу, який передбачає застосування Цей метод містить CU- та ASYMCUR-моделі [3, 4], створених на основі інформації про зміни температурних умов довкілля, тобто їх вхідними параметрами є екстремальні (мінімальні й максимальні) температури повітря. Використовуючи ці моделі, розраховували дати призначення поливів, що відповідають кількісному накопиченню деревами абрикосу й черешні умовної енергії на відповідному етапі їх росту й розвитку.

**Методика.** Дані спостережень за фенологічними фазами цвітіння, а також росту й розвитку плодів були отримані у насадженнях черешні сорту Крупноплідна та абрикоса Мелітопольської лучистий, розміщених на експериментальній ділянці Мелітопольської дослідної станції садівництва, м. Мелітополь (46°50/ пн. ш., 35°22/ с. д., висота над рівнем моря – 33 м). Клімат району вирощування наведених культур – континентальний. Дослідження проводили протягом 2016-2020 рр.

За допомогою CU- і ASumcug-моделі та статистичного методу найменших стандартних відхилень [5] встановлено постійні граничні значення CU, які потрібно накопичити деревами сортів, що вивчалися, для виходу із стану глибокого спокою, та GDH необхідних для початку цвітіння та досягання плодів. Для цього використано дані про максимальні та мінімальні температури повітря (метеорологічна станція м. Мелітополь) та багаторічні (не менш, ніж за десять років) про фенофази початку цвітіння та знімальної стиглості плодів. Перерахування температур у погодинні значення виконано за вказівками, запропонованими у роботі [5], методичний підхід обчислення фенокліматографічних показників представлено більш детально нами в роботі [6].

**Результати досліджень.** Зазначимо, що CU- і ASumcug-моделі тісно пов'язані між собою. Відразу після граничної акумуляції значень CU (CU-модель), відбувається накопичення GDH (ASumcug-модель) до відповідного граничного значення, що відповідає датам фенофаз росту й розвитку генеративних утворень дерев абрикоса й черешні. Ці фенокліматографічні показники розкладаються окремо для конкретного сорту тієї чи іншої культури.

Встановлені граничні значення CU та GDH для досліджуваних сортів абрикоса Мелітопольський лучистий та черешні Крупноплідна представлено у таблиці 1.

1. Граничні значення фенокліматографічних показників абрикоса (Мелітопольський лучистий) та черешні (Крупноплідна)

Культура	Найменування етапу розвитку	Назва показника	Граничні значення, °C
Абрикос	Початок виходу дерев зі стану біологічного спокою	Накопичення деревами CU у стані біологічного спокою (осінньо-зимовий період)	940 ± 4
Черешня			1350 ± 4
Абрикос	Початок цвітіння дерев	Накопичення GDH після виходу рослин з біологічного спокою (зимово-весняний період)	3725 ± 23
Черешня			4839 ± 25
Абрикос	Початок знімальної стиглості плодів	Накопичення GDH після цвітіння (весняно-літній період)	29409 ± 118
Черешня			24078 ± 115

Використовуючи отримані граничні показники CU та GDH абрикоса й черешні на різних етапах їх розвитку, спрогнозовано дати виходу зі стану біологічного спокою, початку цвітіння, а також настання знімальної стиглості плодів для кожного року досліджень. Від точності визначення цих дат залежить своєчасний початок проведення зрошення, і в результаті своєчасне забезпечення рослин вологою. Тому фенокліматографічні моделі потребують проведення валідації (оцінювання на точність, надійність та репрезентативність). Результати такої валідації, проведеної за допомогою порівняння

розрахованих прогнозованих дат початку цвітіння з фактичними, які отримано за даними фенофази цвітіння вищевказаних культур у саду за п'ять років досліджень представлено у таблиці 2.

## 2. Порівняння прогнозних з фактичними датами початку цвітіння абрикоса (Мелітопольський лучистий) й черешні (Крупноплідна)

Культура	Рік	Прогнозна дата виходу з біологічного спокою	Дата початку цвітіння		Різниця між прогнозними та фактичними датами цвітіння, дні
			прогнозна	фактична	
Абрикос	2016	25.12.15 р.	04.04	05.04	-1
	2017	15.12.16 р.	12.04	12.04	0
	2018	08.12.17 р.	12.04	14.04	-2
	2019	24.01.19 р.	09.04	06.04	+3
	2020	26.12.19 р.	27.03	25.03	+2
Черешня	2016	20.01.16 р.	15.04	14.04	+1
	2017	03.02.17 р.	18.04	20.04	-2
	2018	01.01.18 р.	19.04	19.04	0
	2019	24.02.19 р.	16.04	13.04	+3
	2020	29.01.20 р.	07.04	07.04	0

Отримані дані свідчать, що розбіжність дат не перевищує три дні. Це не суперечить висновкам щодо репрезентативності фенокліматографічних моделей [7]. Раніше було відзначено, що CU- і ASYMCUR-моделі тісно пов'язані між собою, тому що відразу після встановлення дати виходу з біологічного спокою рослина акумулює необхідну енергію для початку цвітіння, а потім й досягання плодів. На підставі вищевикладеного можна дати висновок, що обидві фенокліматографічні моделі є досить точними й надійними.

В сучасних умовах змін клімату питання встановлення терміну виходу плодів дерев з біологічного спокою стає ще більш актуальним та затребуваним [8]. Тому до цього часу дослідники з різних кліматичних регіонів звертаються до фенокліматографічних моделей, створених вченими штату Юта (США) ще в 70-80 роках минулого століття, для обчислення терміну виходу плодів дерев з глибокого спокою та настання відповідних фенофаз розвитку бруньок плодів культур [9-11]. Автори вказують, що фенокліматографічні моделі дозволяють враховувати потребу дерев у теплі. Це необхідно для їх розвитку та росту в осінньо-зимово-весняний період.

Проте в посушливих умовах кліматичної зони Південного Степу зрошення є одним із необхідним агрозаходом при вирощуванні плодової продукції. У своїх дослідженнях ми використали фенокліматографічний метод для встановлення терміну своєчасного проведення поливів згідно з граничними показниками GDH. Зпрогнозовано календарні дати найбільш критичного періоду росту та розвитку рослин абрикоса й черешні, тобто періоду формування плоду у фазу затвердіння кісточки, що відповідає накопиченню 50 % GDH від граничної суми, необхідної для настання знімальної стиглості плодів (табл. 3).

Різниця між датами призначення поливів для абрикоса й черешні коливається від 6 до 12 днів в залежності від біологічних особливостей кісточ-

### 3. Прогнозні календарні дати проведення поливів дерев абрикоса (Мелітопольський лучистий) та черешні (Крупноплідна) у критичний період їх розвитку

Культура	Рік	Прогнозна дата проведення поливів
Абрикос	2016	16.05
	2017	29.05
	2018	02.06
	2019	05.06
	2020	09.06
Черешня	2016	11.05
	2017	18.05
	2018	27.05
	2019	24.05
	2020	28.05

кових культур, метеорологічних умов після цвітіння дерев та зав'язування плодів та їх розвитку.

**Висновки.** Спираючись на встановлені постійні граничні значення СУ та GDH, за допомогою фенокліматогографічного метода можна прогнозувати календарні дати виходу дерев абрикоса й черешні зі стану біологічного спокою, початку цвітіння, досягання плодів, а також визначати строк своєчасного проведення поливів у найбільш критичний період потреби кісточкових культур у волозі, враховуючи екстремальні температури повітря за даними метеорологічних елементів кожного конкретного року.

#### *Список використаної літератури*

1. Екологія плодових культур / Иванов В.Ф. и др. Киев : Аграрна наука, 1998. 406 с.
2. Заремук Р.Ш., Доля Ю.А., Копнина Т.А. Биоморфологические особенности формирования и реализации потенциала продуктивности у сортов косточковых культур в условиях южного садоводства. *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55, № 3. С. 573-587.
3. Richardson E.A., Seeley S.D., Walker D.R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *Hort. Science*. 1974. Vol. 9, № 4. P. 331-332.
4. Anderson J. L., Richardson E.A. Validation of chill unit and flower bud phenology models for 'Montmorency' sour cherry. *Acta Hort*. 1986. Vol. 184. P. 71-74.
5. Ashcroft G.L., Richardson E.A., Seeley S.D. A statistical method of determining chill unit and growing degree hour requirements for deciduous fruit buds. *Hort. Science*. 1977. Vol. 12. P. 347-348.
6. Одинцова В.А. Визначення дат виходу черешні з біологічного спокою та початку цвітіння. *Садівництво*. 2020. Вип. 75. С. 132-136. DOI: 10.35205/0558-1125-2020-75-132-136.

7. Франс Дж., Торнли Х.М. Математические модели в сельском хозяйстве / пер. с англ. А.С. Каменского; под. ред. Ф.И. Ерешко. Москва: Агропромиздат, 1987. 400 с.
8. Campoy J.A., Ruiz D., Egea J. Dormancy temperate fruit trees in a global warming context. *Sci. Hort.* 2011. Vol. 130. P. 357-372.
9. Chilling and Heat Requirements of Temperate Stone Fruit Trees (*Prunus* sp.) / E. Fadón et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. P. 409-441.
10. Ruiz D., Campoy J.A., Egea J. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environ. Exp. Bot.* 2007. Vol. 61. P. 254-263.
11. Giuak S., Neilsen D. Chill unit models for predicting dormancy completion of floral buds in apple and sweet cherry. *Horticulture Environment and Biotechnology*. 2013. Vol. 54. P. 29-36.

## **APPLICATION OF PHENOCLIMATOGRAPHIC MODELS TO ESTABLISH THE PERIOD OF THE GREATEST NEED FOR FRUIT PLANTS IN MOISTURE**

**V.A. ODYNTSOVA, PhD**

M.F. Sydorenko Melitopol Research Station of Horticulture of the Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine,  
72311, Melitopol, 99, Vakulenchuk St.,  
e-mail: iosuaan@zp.ukrtel.net

*The author presents results of the original method of calculating the dates of watering, which correspond to the quantitative accumulation of conditional energy by the trees of the cultivars of the apricot 'Melitopolskyi luchisty' and of the sweet cherry 'Krupnoplidna' respectively at the appropriate stage of their growth and development by means of applying phenoclimatographic models. The above mentioned CU- and ASYMCUR-models are used, first of all, to establish constant limit values for CU (chill unit), which ought to be accumulated by fruit trees to be removed from the period of the biological dormancy and GDH (growing degree hour), that are necessary for the beginning of their flowering. So the sweet cherry trees are to accumulate 1350 °C CU to be removed from the dormancy state, apricot trees – 940 °C CU while for the beginning of blooming – 4839 °C GDH for sweet cherry and 3725 °C GDH – for apricot. The release date from the biological dormancy and flowering period of the sweet cherry and apricot trees was designed on the basis of those limit values. The validation of the models as the comparison of the calculated and actual dates of the beginning of a tree flowering in the orchard has shown that their divergence is in the range from 0 to 3 days. That is indicative of the high prediction accuracy of these dates. According to the calculated CU limit values, we determined the dates of the release from the biological dormancy period and for GDH – those the dates of the beginning of the apricot and sweet cherry trees flowering as well as the dates of the ripening beginning for these crops. The GDH indicators predict the calendar dates of the most critical period of the studies crops trees growth and development, namely: the period of the fruit formation in the phase of the stone hardening. This corresponds to the accumulation of 50 % GDH*

*from the maximum sum required for the beginning of the fruits picking maturity. This term has appeared to be optimal for the timely watering carrying out. The difference between the dates of watering for apricot and sweet cherry varies from 6 to 12 days depending on their biological characteristics, meteorological conditions after the tree flowering, infructescence and development.*

**Key words:** sweet cherry, apricot, phenoclimatographic models, CU, GDH, release from the biological dormancy, beginning of flowering, critical period of growth and development of the fruits, the period of the greatest need for moisture

## **ПРИМЕНЕНИЕ ФЕНОКЛИМАТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРИОДА НАИБОЛЬШЕЙ ПОТРЕБНОСТИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ ВО ВЛАГЕ**

**В.А. ОДИНЦОВА**, кандидат биол. наук

Мелитопольская опытная станция садоводства им. М.Ф. Сидоренко Института садоводства НААН Украины,  
72311, Мелитополь, ул. Вакуленчука, 99,  
e-mail: iosuaan@zp.ukrtel.net

*Представлены результаты оригинального приема расчета путем применения феноклиматографических моделей дат назначения поливов, соответствующих количественному накоплению деревьями абрикоса сорта Мелитопольский лучистый и черешни Крупноплодна условной энергии на соответствующем этапе их роста и развития. Феноклиматографические CU- и ASYMCUR-модели применяются прежде всего для установления постоянных предельных значений CU (chill unit), которые плодовым деревьям нужно накопить для выхода из периода биологического покоя, и GDH (growing degree hour), необходимых для начала их цветения. По рассчитанным предельным значениям CU, мы определили даты первого из указанных периодов, а по GDH – начала цветения деревьев абрикоса и черешни, а также наступления съемной зрелости для этих культур. По показателям GDH, спрогнозированы календарные даты наиболее критического периода роста и развития деревьев, а именно: формирования плода в фазу затвердевания косточки, что соответствует накоплению 50 % GDH от предельной суммы, необходимой для начала съёмной зрелости. Отмечено, что этот срок является оптимальным для своевременного проведения поливов.*

**Ключевые слова:** черешня, абрикос, феноклиматографические модели, CU, GDH, выход из биологического покоя, начало цветения, критический период роста и развития плода, период наибольшей потребности растений во влаге.

Одержано редколлегією 14.05.2021