

השפעת הטמפרטורה על פריחה ועל יצירת פקעות בכרכום התרבותי

מאת **משה נגבי, אורה פלסנר, מאירה זיו**, המחלקה לבוטניקה חקלאית, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית
דב בסקר, המחלקה למדעי המזון, מינהל המחקר החקלאי



הכרכום התרבותי (*Crocus sativus* L.), ממשפחת האירוסיים, הוא צמח עקר שמרבים אותו באמצעות פקעות-בת, לשם הפקת אונות הצלקת המהוות לאחר יבושן את התבלין זעפרן. הצמח פורח בסתיו, ואילו יתר גדילתו "מוקדשת" ליצירת עלים, להתמיינות פקעות-הבת, למילויין ולהבשלתן. הצמח נכנס לתרדמה בראשית הקיץ. בארצות המגדלות את הצמח מבוצעים ידנית כל תהליכי ייצור התבלין: שתילת הפקעות, קטיפת הפרחים, הפרדת אונות הצלקת ואיסוף הפקעות. כל אלה מייקרים מאוד את התבלין.

במחקרנו אנו מנסים להבין את הרקע הפיסיולוגי של תהליכי ההתפתחות בכרכום התרבותי כדי לתחכם את גידולו. במחקר זה הצלחנו, באמצעות משטר טמפרטורה מבוקר בעת אחסנת הפקעות ובעת שתילתן, לווסת את מועד הפריחה, את עצמתה ואת יכול פקעות-הבת. כרכום זה הוא צמח תת-היסטראנתי, כלומר עשוי לפרוח לפני הופעת העלווה, עם הופעתה או לאחריה. ניסויים להכוונת ההיסטראנטיות הראו, שבאמצעות שילוב תנאי-סביב בעת האחסנה ובעת השתילה, אפשר לקבל פריחה היסטראנטית. ישום ידע זה עשוי לאפשר מיכון של איסוף הפרחים, השלב התורם יותר מכל האחרים למחיריו הגבוהים של התבלין בשוקי העולם.

את הכרכום התרבותי או כרכום הזעפרן מגדלים זה יותר מ-3500 שנים לשם אונות הצלקת שלו, המהוות את התבלין זעפרן. גיאופיט זה הוא טריפלואידי ועקר, ולכן מרבים אותו אך ורק באמצעות פקעות חליפין חד-שנתיות (5, 10). בעולם העתיק העריכו את הזעפרן כבושם, כפיגמנט וכחומר מרפא. כיום מעריכים אותו בעיקר כתבלין לתבשילים ולמיני מאפה. שלושת רכיבי התבלין — גורמי הטעם, הריח והצבע — מרוכזים באונות הצלקת (5).

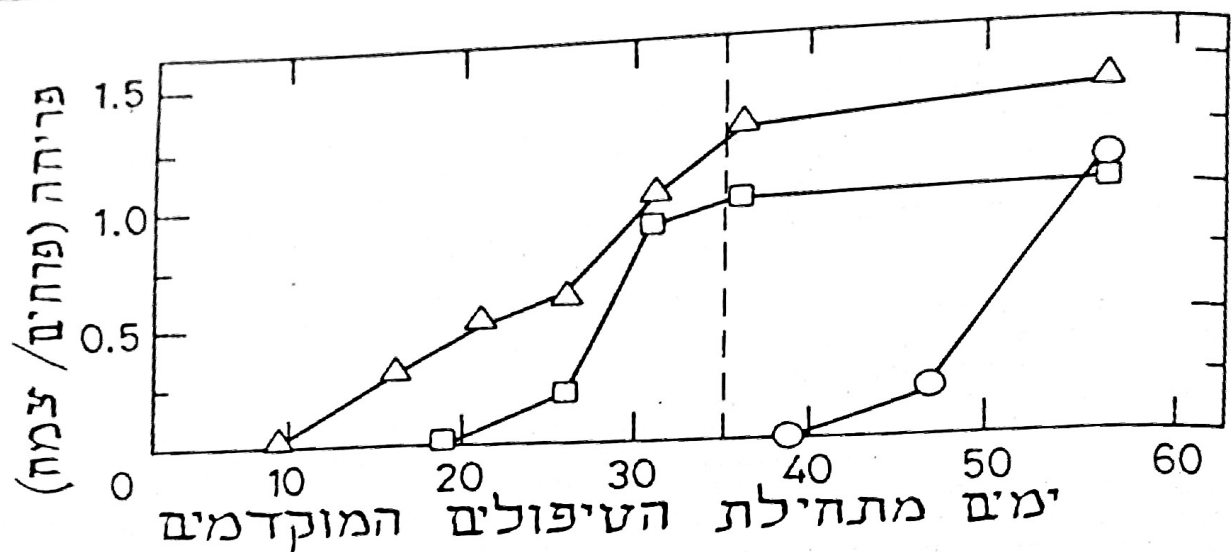
פרח אחד של כרכום הזעפרן נושא רק כ-5 מ"ג של תבלין (דיא-גרמה 1), והיכול המרבי בספרד, הייצרנית העיקרית, אינו עולה על 1.5 ק"ג לדונם.

גידול הזעפרן הופסק במערב אירופה — כנראה עקב המהפכה התעשיתית, ואולי אף כתוצאה מהתרבות המשקעים במאות ה-18 וה-19. הפסקה זו גרמה, שכרכום הזעפרן לא נכלל במחקריהם החלוציים של ההולנדים בפיסיולוגיה ההתפתחותית של הגיאופיטים (8). זו כנראה הסיבה לשינויים ולשיפורים המזעריים בשיטות האגרוטכניות הנהוגות בגידול צמח זה. את הזעפרן מגדלים כיום בקנה-מידה מסחרי בספרד, ביוון, בתורכיה, באירן, כברית-המועצות ובהודו. ככולן בשיטות המסורתיות. רוב העבודות בגידול נעשות ידנית, כשם שנעשו

פרח של הכרכום התרבותי. שלוש אונות הצלקת מהוות, לאחר יבושן, את התבלין.

באיזור האגיאאי לפני כ-3500 שנה. כך השתילה (ספטמבר). קטיפת הפרחים והפרדת הצלקות (אוקטובר-נובמבר) ואיסוף פקעות-הבת בתום עונת הגידול (מאי).

העלייה בשכר העבודה הביאה בשנות ה-60 וה-70 לידי צמצום שטחי הזעפרן בתורכיה ובספרד (טבלאות 1, 2). באותה תקופה חלה היעלמות כמעט מוחלטת של הכרכום באיטליה, שבה עבר הייצור



דאגרה 1. מהלך הפריחה במשך הטיפול המוקדם ב-15 מ"צ ולאחר ההעברה לפיטוטרון. פרטי הניסוי - כטבלה 2. הקו האנכי מסמן את מועד ההעברה לפיטוטרון.
משולשים = פקעות מטופלות ב-15 מ"צ במצע לה עד ההעברה.
ריבועים = פקעות מטופלות ב-15 מ"צ במצע יבש.
מעגלים = פקעות היקש בתנאי החדר במצע יבש.

טבלה 2. התפלגות ייצוא הזעפרן מספרד בשנת 1980, באחדים¹.

60	מערב אירופה
17	ארצות ערב
7	ארצות הברית
5	ארגנטינה
11	ארצות אחרות
100	

¹ מידע פרטי, כמו בטבלה 1.

ב-1976 (11). רק כיוון היתה באותה תקופה הרחבה ניכרת של שטחי הזעפרן. גורמים אלה תורמים למחירי הגבוהים של תכלין זה. שהד- הזעפרן. גורמים אלה תורמים למחירי הגבוהים של תכלין זה, שהד- רישה לו בארצות המערב גדלה בשנים האחרונות (בסתיו 1986 - מחיר סטנדי של כ-2000 דולר לק"ג בארה"ב).

במחקרנו אנו מנסים ללמוד את הרקע הפיסיולוגי של תהליכי ההתפתחות בכרכום התרכומי, כמגמה לאפשר את תיחכום תהליכי ייצורו והפיכתו לגידול חקלאי המתאים לארצות שבהם כוח-האדם יקר.

מכל שלכי העבודה, הקשה ביותר למיכון הוא שלב קטיפת הפר- חים, המצריך יותר כוח-אדם מכל שלב אחר. שני גורמים מונעים את מיכון קטיפת הפרחים בצמח זה:

(1) הפרח נישא על גבי עוקץ תת-קרקעי זעיר, ואף קטע של צינור הפרח טמון בקרקע, כך שאונות העטיף קרובות מאוד לפני הקרקע (8).

(2) הפריחה מתרחשת בסתיו, בראשית הגידול, וכדרך-כלל עם הופעת העלווה או מיד לאחריה.

כתנאים אלה עלולה קטיפה מכנית לפגוע בעלווה ולגרום הקטנת יכולת הפקעות - שהן מוצר הכרחי במין עקר זה.

(המשך בעמוד הבא)

טבלה 1. ייצוא הזעפרן מספרד בין השנים 1970 ו-1986¹.

היצוא השנה	השנתי טונה
1970	28
1971	37
1972	56
1973	34
1974	27
1975	30
1976	26
1977	25
1978	25
1979	18
1980	17
1981	48
1982	17
1983	79
1984	29
1985	אין נתונים
1986	118

¹ מידע פרטי מה: Commonwealth Secretariat, לונדון.
² לפי New York Times בסתיו 1986 - 45 טונות.

השפעת הטמפרטורה על פריחה ועל יצירת פקעות בכרכום התרבותי

(המסד מעמד קדם)

מתוצאות אלה ואחרות במחקרנו בכרכום התרבותי (1, 2, 4) מתבררות הדרכים לבקרת הפריחה וליצירת פקעות בכרכום התרבותי. אנו מקווים להגיע לשלב שבו נוכל להציע למגדלי כרכום הזעפרן הוראות מדויקות בדומה לאלו הנהוגות בגיאופיטים הורטיקולטוריים רבים (8). היכולת להביא לידי פריחה לפני הופעת העלווה — עשייה לאפשר פיתוח קטיפה מכנית, תהליך שיצמצם את עלות הייצור בשלב המצריך את מירב עבודת הידיים.

ספרות

1. דגן ב. (1980): גידול כרכומי הזעפרן *Crocus sativus* ו-*Crocus cashmirianus*. עבודת גמר, מוגשת לפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית בירושלים.
2. דרור ע. (1983): פריחה וריבוי וגטטיבי בכרכום הזעפרן (*Crocus sativus*). עבודת גמר, מוגשת לפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית בירושלים.
3. זורי מ. (1985): מגדיר חדש לצמחי ישראל. עם עובד, תל אביב.
4. פלסנר א. (1987): גורמים הורמונליים, סביבתיים ואונטוגנטיים המשפיעים על יצירת פקעות בכרכום התרבותי *Crocus sativus* L. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגש לסניט האוניברסיטה העברית בירושלים.
5. Basker, D. & M. Negbi. (1983). *Economic Botany*, 37: 228—236.
6. Dafni, A., A. Shmida & M. Avisai. (1981). *Plant Systematics and Evolution*, 137: 181—193.
7. Gutterman, Y. & B. Boeken, (1986). *Flowering Newsletter* 2: 8—11.
8. Hartsema, A. M. (1961). In W. Ruhland (Ed.) *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. XVI pp. 123—167. Springer-Verlag, Berlin.
9. Mathew, B.F. (1980). *Crocus* L. in T.G. Tutin et al. eds. *Flora Europaea* 5: 92—99. Cambridge: Cambridge University Press.
10. Mathew, B. (1982). *The Crocuses*. London: B.T. Batsford.
11. Tammara, F. & L. Di Francesco. (1978). *Lo Zafferano de l'Aquila*. Istituto di Tecnica e Propaganda Agraria.

כרכום הזעפרן עשוי לפרח לעתים לפני הופעת העלווה. לעתים בדומה עם הופעתה ולעתים לאחריה. הקדמת הפריחה להופעת העלווה (כגון בחצב) נקראת היסטראנטיות. אי יציבות של התופעה כגון בכרכום התרבותי נקראת תת-היסטראנטיות (sub-hysteranthly) (10). דיאפרסטוס דייק בתיאור תכונה זו של הכרכום התרבותי ב-*Historia Plantarum* (כמאה השלישית לפנה"ס). לשמתי תיארה התופעה בטעות כהיסטראנטיות בספרות הבוטנית האירופית בימי הביניים ובתקופת הרנסאנס.

לא ידוע לנו על כל ניסוי לשלוט בהיסטראנטיות כדי לאפשר קטיפה מכנית של הפרחים בלי לפגוע בעלווה. לאחרונה פורסמו מחקרים בנושא ההיסטראנטיות. אחד עוסק בערכה האיקולוגי של התופעה באזור ים-התיכון (6). האחר — בהשפעת אורך היום על פריחת סתונית הקליפות (7). מין זה אף הוא תת-היסטראנטי (3). אך היסטראנטי בתנאי הר הגלב ובניסויים הנוכחים.

ההיסטראנטיות בכרכום הזעפרן ניתנת לשליטה, כפי שמצאנו בניסויים הקדמיים. בקרה זו הושגה באמצעות תנאי אחסנה וגידול קפדניים לפני השתילה ובזמן השתילה (טבלה 3). מהלך הפריחה במשך הטיי פול המוקדם ובתנאי הגידול התקנים בפיטוטרון מובאים בדיאגרמה 1.

מסתבר, שבתנאים של טמפרטורה נמוכה יחסית התחילה הפריחה אף לאחר כ-12 יום בלבד מהשתילה במצע לח. הפריחה נמשכה שלושה שבועות הגיעה עד ל-1.4 פרחים לצמח. פריחת הפקעות שבמצע היבש, באותה טמפרטורה, התחילה 10 ימים מאוחר יותר הגיעה לרמה מרבית נמוכה יותר (1.1 פרחים לצמח).

אף החשיבות העיקרית של הניסוי היא בכך, שאלה שנשתלו במצע לח פיתחו שרשים ועלים ורק אחר-כך פרחו, ולעומתם אלה שהושארו בטמפרטורה המתאימה לפריחה במצע היבש — לא פיתחו שרשים ולא עלים, אלא רק פרחו. פריחה היסטראנטית זו חזרה מספר פעמים בניסויים שונים. הפריחה ההיסטראנטית היתה גם סינכרונית יותר מאשר הפריחה הסינאנטית (ברומנית עם הופעת העלים) בטיפול המוקדם במצע לח: 11 לעומת 21 יום (טבלה 2, עמודה 2). דרגת הסינכרוניזציה נקבעה כמשך הזמן בימים שבו עלה היחס של מספר פרחים לפקעת נשתלת — מ-10% ל-100%; הגם שפרח שני ויותר לפקעת אינו שכית, הוא גם אינו נדיר, ולעתים היחס גדול מ-100% (ראה דיאגרמה 1).

ראוי לציין, שהטיפולים המוקדמים לא רק שלא פגעו בייצור הפקעות, אלא אף ניכר זירוז מובהק מהבחינה הסטטיסטית בייצור פקעות לאחר הטיפול המוקדם בתנאי יובש (טבלה 2, עמודות 4—6).

טבלה 3. השפעת טיפולים מוקדמים ב-15 מ"צ במשך 35 ימים, שניתנו לפני השתילה בפיטוטרון כימים ארוכים (16 שעות) במשטר טמפרטורות של 17 מ"צ ביום ו-12 מ"צ בלילה. תוצאות סופיות בפרמטרים הפיסולוגיים.

תנאי הטיפול המוקדם	פריחה		צלילות לפרח, מ"ג	ייצור פקעות בת		
	פרחים לצמח	סינכרוניות (ימים מ-10% ל-100%)		פקעות לצמח	משקל פקעות, גרמים	מספר פקעות בגדול פריחה לצמח
15 מ"צ מצע לח	1.4 א	21	6.2 א	3.4 א	15.7 א	1.5 א
15 מ"צ מצע יבש	1.1 ב	11	5.8 א	4.9 א	22.4 ב	1.6 א
תנאי החדר, מצע יבש	1.1 ב	12	4.8 א	2.3	16.1 א	1.3 ב

אות שונה מציין הפרש סטטיסטי מובהק ברמה של 5% בנתונים שבטור. פקעות בת בקוטר גדול מ-2.5 ס"מ.