

דרכי ההגנה במהלך הרבייה של לופי ישראל

יעקב כח

מוקדש ליובל השבעים של פרופ' יעקב גליל

מבוא

צמחים מהוים מקור מזון לבעלי חיים. לכן, פועלים בהם מנגנוני הגנה הדוחים את בעלי החיים. בשני שלבים במהלך החיים של הצמח העילאי פועלים לעתים מנגנונים הפוכים לתופעה כללית זאת. במהלך הרבייה, בשלב העברת גרגרי האבקה ובשלב הפצת הזרעים זקוקים צמחים רבים לבעלי-חיים לצורך הסעת גרגרי האבקה או הזרעים. בצמחים עם האבקה והפצת זרעים על-ידי בעלי חיים, מהלך הרבייה מתחלק לשלבים הכוללים הגנה וחשיפה. בשלבי ההגנה ניצנני פרחים ופירות בלתי בשלים מוגנים כנגד טריפה וטפילות. לעומת זאת בשלב הפריחה וההפצה, הפרחים והפירות חשופים בפני בעלי חיים. יתר על כן, הם משגרים לסביבה אותות מיוחדים לצורך משיכת בעלי-החיים. בשלבים אלה סכנות הטריפה והטפילות אינן חולפות; בצמחים פועלים מנגנונים סלקטיביים המושכים קבוצת בעלי חיים אחת ודוחים באותה העת קבוצות בעלי חיים אחרות.

מינים הנכללים במשפחת הלופיים ידועים בדרכי פריחה והאבקה בלתי שיגרתיות. מעט מאד ידוע על דרכי ההגנה שלהם (1979, Madison). מזה מספר שנים נחקרים באופן מקיף עשרת מיני הלופיים הגדלים בישראל בתחומים ביו-אקולוגיים של פריחה והאבקה. ברשימה זאת יגרע חלקו של פרק מרתק זה ויודגשו השלבים האחרים במהלך הרבייה של לופי ישראל.

ידוע כי ברקמות צמחים רבים מצויים חומרים כימיים (תרכובות משניות) חומרים אלה דוחים בעלי חיים. המיץ החלבי המצוי בצמחים מכיל בדרך כלל תרכובות כטאנינים, ציאנוגנים ואלקלואידים המגינים אל הצמחים מטריפה וטפילות (1977, Swain). אחד הסימנים האנטומיים לתת-משפחת ה-Aroidae בה נכללים כל לופי ישראל היא הופעת מובילי מיץ חלבי מפריקים, בלתי מסועפים בצורות הצנורות, רמז להימצאות תרכובות משניות. בשדה רק לעתים נדירות ניתן למצוא לופיים מכורסמים. בעלי חיים נמנעים מלאכול את העלים והפקעות בגלל חומרי הרעל שהם מכילים. בחלק מהלופיים ניתן להפיג את הרעלים על ידי הרתחה או קליה. הרכב חומרי הרעל, תכולתם בחלקי הצמח השונים וכן השפעתם על אורגניזמים שונים הוא נושא שטרם נבדק בלופיים שלנו, לכן, על אף

* המחקר נערך באוניברסיטת תל-אביב בהנחיית פרופ' יעקב גליל

חשיבות הנושא כגורם מרכזי בהגנה על הצמח לא תעסוק בו רשימה זאת.

קדם פריחה

בלופיים של ישראל הפרחים ערוכים בתפרחון, על ציר מעובה. סמוך לבסיס הפרחים העליניים זגבוה יותר הפרחים האבקניים. בפרחים חלה רדוקציה (הפחתה) חזקה, העטיף חסר לחלוטין: הפרח העליני בנוי מעלה שחלה יחיד ואילו בפרח האבקני נותרו מעט אבקנים. הגנה על הפרחים החשופים נעשת על ידי עלה מעטפת גדול, המחל, הגלול סביב לציר התפרחת.

בשלושה מיני אחילוף: א. צר-עלים, א. קטן וא. הגליל הפריחה סתוית והיא מקדימה את הנביטה והלבלוב של הצמחים העשבוניים. על אף אורכו של המתחל הגלול (כ-20 ס"מ) קשה להבחין בו. הוא מנומר בכתמים חומים. דגם זה מוסווה היטב על רקע הקרקע החשופה. לא. הגליל וריאנט אפיל (Feinbrun) המאחר בפריחתו לחודשים נובמבר-ינואר. התפרחות מגיחות מהקרקע לאחר הנביטה והלבלוב של הצמחים העשבוניים וכן לאחר גיחת העלים של הצמח. צבע המתחל הגלול של וריאנט אפיל זה הוא ירוק. צבע זה מוסווה על רקע הצמחים הירוקים בבית הגידול. א. זעיר פורח לאחר לבלוב העלים. חלקו העליון של המתחל, החלק המגיה מהקרקע, דומה מאד לעלים האחריים של הצמח. גורם זה מקשה מאד עד זיהוי התפרחת, אפילו מטווח קרוב. כל יתר לופיי ישראל פורחים לאחר הופעת העלים. צבע התפרחות לפני הפריחה ירוק בדומה לצבע העלים והסביבה. על אף גודלם הניכר המגיע לעתים לכדי מחצית המטו, הם אינם בולטים בטרם פריחה. רק לעתים נדירות ניתן למצוא תפרחות מכורסמות. לא נבדק אם יבאיזה מידה לצבע ההסוואה של המתחל חשיבות בהגנה על התפרחת המתפתחת.

בא. זעיר, א. צר-עלים ולולניית מעובה החלק הבסיסי של השזרה, האזור בו נישאים הפרחים טמון עמוק מתחת לפני הקרקע. ניתן לחשוב על עמדה זאת כהגנה כנגד בעלי חיים.

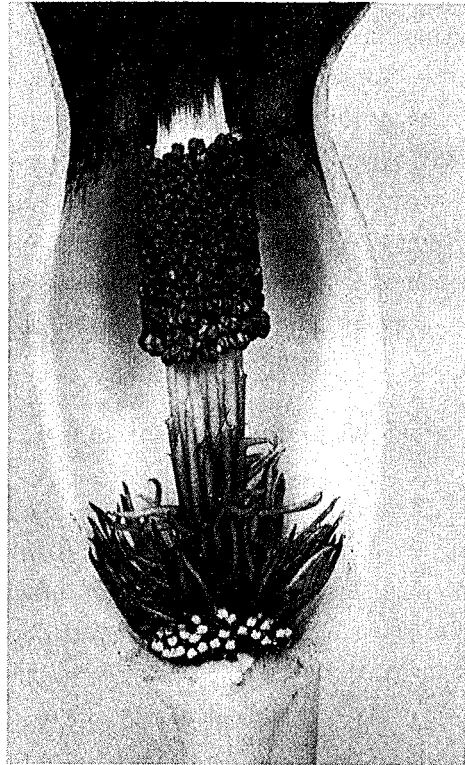
פריחה

במועד הפריחה, בסיס עלה המתחל אינו נפרש ונותר גלול סביב לפרחים. המכנה הסגור הנוצר על-ידי בסיס המתחל מגן על הפרחים הערוכים על הציר. המרווח הנוצר בין הציר ודופן המתחל מהווה גורם מגביל לחדירת חרקים גדולים לאזור בו הפרחים ממוקמים. במיני הסוג לוף על הציר, באזור המוצר ביותר של בסיס עלה המתחל הגלול, גדלים פרחים מנוונים דמויי זיפים. גודלם, מבנם וצפיפותם של הזיפים מהווים גורמי ברירה לחדירת חרקים אל חלל התפרחת. בל. ירוק ול. מוארך הפרחים המנוונים נימיים וצפופים, רק חרקים זעירים כיתושים קטנים יכולים לעבור דרכם. בל. ארץ-ישראל ול. מנומר הפרחים המנוונים דלילים וקצרים יותר, לכן גם חרקים גדולים יכולים לעבור דרכם.

ככל הלופיאים של ישראל למעט לופית מצויה בין אזור הפרחים העלייניים ואזור הפרחים האבקניים מצויים פרחים מנוונים, נימיים או דמויי זיף. פרחים אלה חוסמים את המעבר אל הפרחים העלייניים. בא. קטן הפרחים המנוונים נימיים, ארוכים וצפופים. הם מונעים מחרקים רחבים להגיע אל העליים. בא. הגליל מבנה התפרחת זהה למבנה תפרחת א. קטן אולם הפרחים המנוונים דלילים, דמויי זיף וקצרים. חרקים גדולים ורחבים כזבליות חודרים דרך אזור הפרחים המנוונים לאזור הפרחים העלייניים. בלולינית מעובה האזור הנושא את הפרחים המנוונים ניכר באורכו ומגיע לחמישה סנטימטרים ויותר. הפרחים המנוונים ארוכים, קשים ונוטים מעלה. לעתים ניתן לראות כיניהם חרקים גדולים שנתקעו ואינם יכולים להשתחרר.



חתך בתפרחת של לוף מנומר
(צילום : ע. שוב)



חתך בתפרחת של אחילוף קטן
(צילמה : ל. ממך)

בלולינית מעובה וכך בא. זעייר ובא. צר-עלים הפרחים העלייניים ממוקמים עמוק מתחת לפני הקרקע. החרקים המאביקים מגיעים אליהם כמו ביתר המינים מלמעלה דרך הפתח הנוצר עם גלילת עלה המעטפת. תופעה קיצונית בתכונה זאת מצויה בא. זעייר הצומח בחולות המדבר. בצמח זה התפרחות נותרות לעתים שקועות בחול מבלי להפתח כלל. אזי מתרחשת בצמח האבקה עצמית פוריה.

מיני צמחים רבים גומלים למאביקיהם בחומרי מזון דוגמת צוף ואבקה. בצמחים רבים מנוצלים חומרים אלה על ידי "שודדים" שאינם מסייעים לצמח בהעברת גרגרי האבקה. צמחים אשר ימשכו לפרחיהם מאביקים ללא הצעת תמורה מזונית יוכלו לשמור על תכולת רעלים גבוהה בכל חלקי הפרח ולהימנע מטריפה. בלופיים של ישראל התפרחות פועלות כפתיונות הונאה ולרב אין בהן תגמול מזוני. רק לעתים נדירות ניתן למצוא בתוך התפרחות כרסום. באותם מקרים בהם מוצאים כרסום הוא מועט ושטחי. אין נתונים על ניצול האבקה כמזון בלופיים של ישראל.

התפתחות הפרי

לאחר הפריחה נותר המתחל המתיבש סביב לתפריה וחוצץ בינה ובין הסביבה. יותר מאוחר הפירות תופחים והמתחל נסדק ונקרע. ארבעה מיני הסוג לוף חושפים בעת התפתחות הזרעים פירות ירוקים המקובצים בתפריה כולטת הנישאת גבוה מעל הקרקע. בל. מנומר בו התפרחת קרובה לקרקע, לאחר החנטה העמוד מתארך והתפריה מתרוממת במהירות לגובה 15-30 ס"מ. בתל-אביב בחלקת הניסוי ל. ירוק מאריך בפריחתו מתחילת דצמבר עד סוף אפריל. על אף תקופת הפריחה הארוכה מצטמצם מועד הבשלת הפירות לחודש יוני ותחילת יולי בלבד. יוצא אפוא, כי ענבות בוטר ירוקות מאריכות בקיומן לעתים עד כדי מחצית השנה ויותר. אף פעם לא נמצאו בשלב זה ענבות מכורסמות או אסופות וזאת על אף העובדה שהן בולטות מאד בשטח.

בלופית מצויה מתפתחת תפריה כדורית הכוללת 3-7 ענבות ירוקות ומצולעות המוסתרות היטב בעלווה הירוקה של הצמחים. ארבעה מיני האחילוף ולולינית מעובה הם צמחים בעלי פירות טמונים, גיאוקרפיים, בשני מינים, בא. קטן ובא. הגליל הפרחים העליניים מהם מתפתחות מאוחר יותר הענבות ממוקמים בעת הפריחה בגובה פני הקרקע. מאוחר יותר הם שוקעים עמוק בתוך האדמה, ביתר המינים הפרחים העליניים שקועים בקרקע כבר במועד הפריחה. התפריות מוגנות מתחת לפני הקרקע מעיניהם של חומסים. בדרך זאת ניתן גם להסביר את הצבע האדום של הענבות הבלתי בשלות, כפי שהוא מופיע במיני האחילוף למעט א. זעיר. ענבות אדומות אלה במיקומן מתחת לפני הקרקע מוסתרות היטב מעיני בעלי-החיים.

הבשלה והפצה

בלוף ההבשלה היא בקיץ בחודשים יוני-יולי. הבשלת הפירות אינה אחידה. פירות ירוקים, צהובים, כתומים ואדומים מפוזרים באותה תפריה. ההבשלה הנקודתית אינה מאפשרת אסוף התפריה כיחידה קיבוצית. שכן לצד הפירות הבשלים הנכרים כצבעם האדום, מצויים פירות בוטר ירוקים. הענבות נלקטות על-ידי צפורים המיטיבות לברור במקוריהן את הפירות הבשלים. ביולי 1983 צפיתי בשני בולבולים המלקטים פירות בתפרחות ל. מנומר. גם המינים האירופיים מופצים ע"י צפורים (Sowter; 1954, Prime; 1949). ציפת הפרי עסיסית ומכילה 3-7 זרעים דביקים. (ראה פירות של לוף בתמונת השער האחורי).

בלופית מצויה לעת הבשלת הפירות, בחודשים מרס-אפריל, מתכופפים עמודי התפוחת תחת המשא הכבד של הענבות שהתפתחו. התפריות רובצות על הקרקע והפרי מחויר בדרך כלל. נמלים מכרסמות את דופן הפרי ושולפות מחלל הענבה 1-10 זרעים כדוריים חומים, אליהם צמודים עוקצי הזרע הלבנים והעבים. התוספות הצמודות לזרעים הם גופי שומן המושכים את הנמלים. קל להיווכח כי עוקץ הזרע הבשל מכיל חומרים מושכי נמלים על-ידי משיחת עצמים שונים בגופיף עסיסי זה. אבנים זעירות, קיסמי עץ ופיסות קל-קר נאספים במהירות לאחר המשיחה לתוך קיני הנמלים.

לופית מצויה היא המין היחידי מבין לופי ישראל בו מבחינים לעתים בזרעים מכרסמים. בטרם הבשלה, כאשר קליפת הזרע רכה ולבנה נמלים מכרסמות את דופן הפרי וקודחות בקליפת הזרע.

בארבעת מיני הסוג אחילוף ובלולינית מעובה הפירות כאמור גיאוקרפיים ואינם נחשפים גם בעת ההבשלה. א. זעיר מקדים להבשיל בחודש מרס לולינית מעובה מאחרת לחודש יוני. ביתר המינים ההבשלה בחודש אפריל. הטמנת הפירות בקרקע מהווה יתרון הגנתי כנגד בעלי חיים. טרם הוברר אם וכיצד נפוצים הזרעים. בחפירה ליד צמח בוגר מוצאים לעתים נבטים או זרעים שלא נפוצו. עובדה זאת עדין אינה מוכיחה כי במינים אלה אין הפצת זרעים. למיני הסוג אחילוף וללולינית מעובה פירות בשרניים בעלי גודל ניכר שהזרע תופס בהם רק כמחצית מנפח חלל הענבה. יתכן כי החלק הבשרני של הפרי משמש כתגמול עבור המפיצים. יש לציין כי בכל המינים, למעט א. זעיר הפרי גדול. אורכו מגיע ל-1.5 - 2 ס"מ וקטרו ל-0.6 - 0.8 ס"מ. מוזר הוא כי צבע קליפת הזרע הבשל בא. קטן ובא. הגליל ארגמנית אדומה בעוד ביתר המינים היא לבנה. מספר הענבות בכל תפריה הוא רב: כעשרים בא. זעיר, כארבעים בא. צר-עלים ובלולינית מעובה וכשבועים בא. קטן ובא. הגליל. הבשלת הפירות כתפריה אחידה. על סמך נתונים אלה יתכן מאד כי מפציי הפירות הם דורבנים או חזירים הנוברים בקרקע ואוכלים את הפירות העסיסיים.

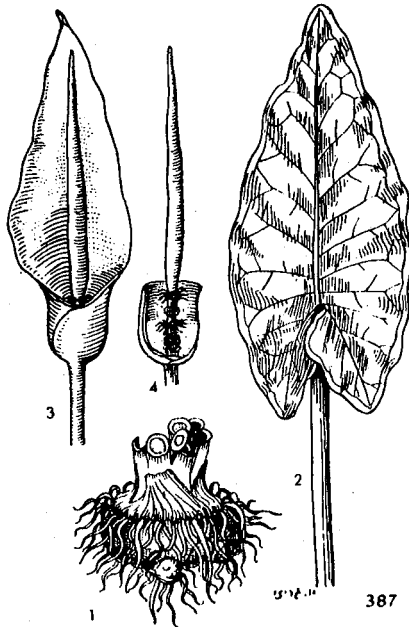
כל הזרעים של הלופיים שלנו גדולים, 0.3 - 0.7 ס"מ. העוברים שקועים בתוך רקמת אנדוספרם מפותחת. על העוברים וחומרי התשמורת מגינה קליפה עבה וקשה. זרעים המוחזקים מזה שלוש שנים במעבדה ללא חיטוי וכן זרעים בשדה לא נמצאו מוטפלים או מחוררים על ידי מזיקים.

משפחת הלופיים מונה כ-2,500 מינים הנכללים ב-110 סוגים. תפוצתם משתרעת בעיקר על פני האזורים הטרופיים של כדור הארץ. באזור הים-התיכון מצוי מרכז תפוצה מקומי הכולל מספר סוגים בהם נכללים גם הלופיים שלנו. כל הלופיים באזור הים-התיכון נכללים בתת-משפחת ה-Aroidae, בשבט ה-(Croat) Areae. הפרחים והפירות בלופית מצויה שונים בתכונות רבות מאלו של מיני הלופיים האחרים. מסיבה זאת היא נכללת בתת-שבט מיוחד הכולל רק את הסוג לופית. יתר הסוגים של לופי ישראל נכללים בתת-שבט ה-Arinae (Bogner, 1978). בטכסונים אלה ניתן להבחין בשונות אנטומית ומורפולוגית במגמת הגנה יעילה יותר של מהלך הרבייה.

הסוג לופ מגלה את התכונות הפרימיטיביות בין לופי ישראל. התפרחת ממוקמת מעל הקרקע, בולטת וחשופה. עלה המתחל הגלול סביב לציר התפרחת מפורד עד בסיסו. זהו הסוג היחודי מבין לופי ישראל בו מצויים שני אזורים של פרחים מנוונים דמויי זיפים. האחד על קטע ציר התפרחת מעל אזור הפרחים האבקניים והאחר כמו גם בסוגים אחילוף ולולינית על קטע ציר התפרחת בין אזור הפרחים העליניים ואזור הפרחים האבקניים. בפרח העליני הצלקת יושבת, הביציות מרובות והשליה דופנית. בסוג אחילוף ההגנה על אברי הרבייה יעילה יותר ותכונות התפרחות והפרחים נחשבות משוכללות יותר. התפרחות והתפריות טמונות בקרקע. עלה המתחל הגלול סביב לציר התפרחת מאוחה פחות או יותר. בפרח העליני הצלקת נישאת על עמוד עלי, בכל שחלה רק ביצית יחידה. הביצית יושבת בבסיס השחלה. בלולינית מבחינים בתכונות ביניים, התפרחת והתפריה טמונות בקרקע אך עלה המתחל מפורד עד בסיסו. על ציר התפרחת אזור יחיד של פרחים מנוונים דמויי זיפים. אזור זה ניכר מאוד באורכו. בפרח העליני הצלקת יושבת. בשחלה שתי ביציות. הביציות יושבות בבסיס השחלה. לרוב רק ביצית אחת מתפתחת לזרע.

ניתן לראות בתכונות רבות של התפרחות והתפריות כלופיים שלנו שרידים של התאמה לבית הגידול בו התפתחה משפחת הלופיים. מרבית מיני הלופיים גדלים באזורים הטרופיים כאפיפיטים, מטפסים ועשבוניים של תת-היער. בבית-גידול זה פירות רבים עסיסיים. צבע קליפתם אדום והם נפוצים על-ידי ציפורים. בבית-הגידול הפתוח אותו תפסו הלופיים בישראל ההפצה של פירות עסיסיים על-ידי ציפורים אינה יעילה. כתוצאה מכך יכלה להיווצר מגמה אבולוציונית בהתפתחות תהליך רבייה בכיוון הגנה יעילה יותר על הפרחים והפירות. בתהליך זה התקצר עמוד התפרחת. הפירות נטמנו בקרקע ואיבדו את עסיסיותם וצבעם.

- Bogner, J. 1978. A critical list of the aroid genera. *Aroideana*, 1(3): 63-73.
- Croat, T.B. The distribution of Araceae.
- Feinbrun-Dothan, N. (in preparation). *Flora Palaestina*. Vol. IV. The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- Madison, M. 1979. Protection of developing seeds in Neotropical Araceae. *Aroideana* 2:52-61.
- Prime, C.T. 1954. *Arum neglectum* (Townson) Ridley. *J. Ecol.*, 42: 241-8.
- Sowter, F.A. 1949. *Arum maculatum* L. *J. Ecol.*, 37: 207-19.
- Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28: 479-501.



הלוף הארץ-ישראלי 1. הפקעת 2. עלה 3. התפרחת 4. התפרחת לאחר שהסירו את רובו של המתחל (מתוך: כל עולם הצמחים/זהרלי)