



האוניברסיטה העברית בירושלים
מחלקה לבוטניקה

החברה להגנת הטבע



רת"ם - רשת תצפיות ומידע בוטני

רת"ם

כתב נט לנושאי שדה בוטניים בארץ ישראל

מלון מספר 7, אייר תשמ"ג, אפריל 1983

מורד: גד פולק

ISSN 0333-9904

כתובת המערכת: רת"ם, ביל"ס שדה הר גילה, שק נעול ירושלים.

אלון תבור. צילם: עזריה אלון. שער קדמי:

שער קדמי פנימי: תמונה ימנית עליונה - חתך רוחב בעלה של כף החתול השרועה ובו בלוטת מלח (100x).

תמונה שמאלית עליונה: מבט על בעלה של כף החתול השרועה. בתמונה נראות שרשרות גבישי מלח המופרשות מבלוטת מלח.

תמונה ימנית תחתונה: גרגר ערום של זון משכר - מבט מהצד הונטרלי (20x). צילם: מרדכי כסלו.

תמונה שמאלית תחתונה: גרגר עטוי של זון משכר - מבט מהצד הונטרלי. פרק ציר השיבולית קצר (20x). צילם: מרדכי כסלו.

שער אחורי: זון משכר

שער אחורי פנימי: תמונה עליונה: גרגר עטוי של זון משכר - מבט מהצד הונטרלי. פרק ציר השיבוליות ארוך (20x). צילם: מרדכי כסלו.

תמונה תחתונה: גרגר עטוי של זון משכר - אזור רקמת הניתוק שבמפרק (קטע מתוך התמונה העליונה) (200x). צילם: מרדכי כסלו.

הציורים בעמ' 8, 10, 46, 58, 59, 61, 64, 65 נלקחו מתוך Flora Palaestina באדיבות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

איורים בעמודים 17, 34, 47, 50-52, 55 - רינה בן יעקב.

הציור בעמוד 14 מתוך: צמחי מלחה בישראל/ יואב ויזל, משה אגמי

הציור בעמוד 20 מתוך: צמחי חוף הים בישראל/ יואב ויזל, מיכה ליטב, משה אגמי

הציור בעמוד 61 מתוך: עצי בר בישראל/ יואב ויזל, עזריה אלון

7 תרס
1983

תוכן העניינים

עמוד

מאמרים ורשימות

- 5 גד פולק/ הפרשת מלחים בצמחי הארץ - היבטים אקולוגיים
ואבולוציוניים
- 24 מרדכי כסלו/ על הזון המשכר בחפירות ארכיאולוגיות
- 39 מיכה לבנה/ הפצת זרעים בזרמי מים
- 43 יעקב שקולניק/ דגם התפוצה של המלוח הקיפח בקו החוף של איי

מדורים

צמחים נדירים בארץ

- 48 על הסוג גריזית/ עתי יפה

אתרים בוטניים בארץ

- 56 אתרים במזרח הגליל התחתון/ ערכו: גד פולק ואבי שמידע

מסורות ושימושים בצמחי-הארץ

- 62 צמחי מלחה כמרכיב חשוב בהפקת הסודה/ נסים קריספיל

על צמחי ישראל בספרות המדעית

- 67 תרדמת הקיץ של סיסנית הכולבוסין/ לפי מיכה אופיר
ודגנית כרם

תגובות והערות

- 69 על קוכיה הודית/ ורדה רביב

- 73 תקציר החוברת בשפה האנגלית

רתם

כתב עת לנושאים בוטניים בישראל.

המחיר לשנה למינוריים : 420 שקל (לזמן מוגבל)

דמי מנוי ניתן לשלוח בהמחאה לפקודת החברה להגנת הטבע

אל: מרכז רת"ם, ב"ס שדה הר גילה, שק נעול, ירושלים

הפרשת מלחים בצמחי הארץ - היבטים אקולוגיים ואבולוציוניים

גד פולק

מ ב א

צמחים רבים מפרישים מן העלים והגבעולים חומרים שונים הנפלטים מרקמות הצמח אל מחוצה לו. מגוון החומרים המופרשים מצמחים הוא גדול, והידועים ביותר הם הצוף - תמיסה סוכרית המופרשת מצופני הפרח או מצופנים המצויים לעתים מחוצה לו; חומרים נדיפים וריחניים - "שמנים אתריים" - כמו במשפחות השפתניים, המורכבים, סוככיים וכד', והפרשות של חומרים ריריים (מוצילגים). כל אלה הפרשות הנגזרות מחילוף החומרים של הצמח והן עוברות שורה של שינויים כימיים מחומרי מוצא פחמניים שבגוף הצמח, עד למצב הכימי הסופי בו הן משתחררות מגוף הצמח. להפרשות האורגניות הללו תפקידים שונים בביולוגיה של הצמח, החל בהצעת מזון למאביקים, דחיית חרקים ובעלי-חיים אחרים וגמור באללופאטיה.

מול אלה ידועה הפרשת המלחים המינרליים בצמחים כדרך הסתגלות טיפוסית של צמחי מלחה, ש"ליעודה" הביולוגי הוא סילוק עודפים של מלחים מרעילים, בעיקר NaCl, ומניעת הצטברותם ברקמות הצמח (ראה Waisel, 1972; ויזל ואגמי, 1975; ויזל, פולק וכהן, 1978). בניגוד להפרשות האורגניות, אין התוכן המוצק של ההפרשה, הווה אומר המלחים, מהווה תוצר של חילוף החומרים בצמח. המלחים מגיעים ישירות ממערכת ההובלה אל אתרי ההפרשה ומופרשים מן הצמח באותו מצב כימי שבו נקלטו בצמח (Fahn, 1979). ללא יוצא מן הכלל, נעשית הפרשת המלחים בכל הצמחים מפרישי המלח באמצעות בלוטות אפידרמליות מיוחדות, ה"שואבות" באופן אקטיבי תמיסת מלח

* ד"ר גד פולק הוא בוטנאי-אקולוג, איש סמינר הקיבוצים בתל-אביב. משמש כעורך עלון רת"ם.

מן העלים והגבעולים ומשקיעות אותם על שטח פניהם החיצוני .
המבנה והתיפקוד של בלוטות המלח בצמחים מפרישים שונים תוארו בהרחבה בעבודות
רבות בספרות המדעית, ולא נחזור על הדברים כאן . הקורא יוכל למצוא סיכום ממצה
על כל אצל Waisel (1972); Lüttge (1971), Fahn (1979) ובעברית-ברשימה של
פולק וויזל (1970) ב"טבע וארץ". (ראה תמונה של בלוטת מלח בשער קדמי פנימי)

במאמר זה ננסה לבחון היבטים אקולוגיים ואבולוציוניים אחדים של תהליך ההפרשה,
ובעיקר להעריך את תרומתו וחשיבותו של התהליך כמנגנון הסתגלות לסביבה מלוחה.
זאת בעיקר על פי ניתוח תפוצת צמחים מפרישים בסביבות חיים שונות בארץ, לפי
ממצאים אקופיסיולוגיים אחדים בצמחי הארץ ועל סמך קשרים סיסטמטיים-אבולוציוניים.

תפוצה טקסונומית ואקולוגית של צמחים מפרישי מלח בארץ

מספר המינים מפרישי המלח בארץ מגיע ל-35 בערך . קשה לנקוב במספר מדויק, משום
שכמה מינים, שעשויים כנראה להיות מפרישים, לא נבדקו כראוי, ובאחרים ידוע על
מציאות בלוטות מתאימות, אך לא ברור אם הם גם מפרישים בקביעות מלחים דרכם.
המינים המפרישים מחולקים בין 13 סוגים, הנמנים על 7 משפחות (ראה טבלה מס' 1).
במרבית הסוגים אשר להם מינים מפרישי מלח ידוע שהתכולה העיקרית של חומר ההפרשה
היא מלח הבישול - NaCl. עם זאת, לפחות בשניים מן הסוגים - גולנית ועפרית
יש עדויות שהתוכן הוא בעיקרו פחמת הסידן - $CaCO_3$.

במשפחת הדגניים אובחנה בודאות הפרשת מלח בחמישה סוגים - כף החתול, בת-יבלית,
זנבה, מד-חול וכלוריס (עשב רודס) (פולק, 1967; Liphshitz et al., 1971);
(Ramati et al., 1976; Liphshitz and Waisel, 1974).

בנוסף להם דיווחו ליפשיץ וויזל גם על עוד 18 סוגי דגניים בארץ, שלהם 33 מינים,
שבעליהם מצויות בלוטות מלח. לא הוכח שצמחים אלה אכן מפרישים כמויות משמעותיות
של מלחים והערכים שדווח עליהם הם כנראה בבחינת "רעשי רקע". הסוגים במשפחת
הדגניים בעלי בלוטות או טריכומות דמויות בלוטה הם: אלבסיני, עטיינית, יבלית,
ארבעוני, דוחן, דוחנן, דוחנית, אצבען, פספלידיון, פספלוון, זיפן, קנכרוס,
בן-דוחן, קנה-סוכר, דורה, זקנן, זקנונית וזקניים (Liphshitz and Waisel,
1974, 1981).

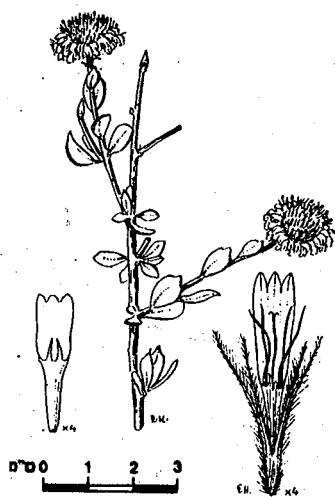
טבלה מס' 1: רשימת הסוגים מפרישי המלח בארץ, לפי משפחות

הערות	מס' המינים בארץ		הסוג	המשפחה
הפרשת CaCO ₃	2	Reaumuria	אשליל	Tamaricaceae אשליים
	15	Tamarix	אשל	
	2	Frankenia	פרנקניה	Frankeniaceae פרנקניים
	1	Plumbago	עפרית	Plumbaginaceae עפריתיים
	6	Limonium	עדעד	
	1	Psylliostachys	עדעדיית	
	1	Cressa	ערר	Convolvulaceae חבלבליים
הפרשת CaCO ₃	1	Avicennia	אביסניה	Verbenaceae ורבניים
	1	Globularia	גולנית	Globulariaceae גולניתיים
	3	Aeluropus	כף-החתול	Gramineae דגניים
	1	Dactyloctenium	בת יבלית	
	1	Dinebra	זנבה	
	2	Sporobolus	מד-חול	
	1	Chloris	כלוריס	

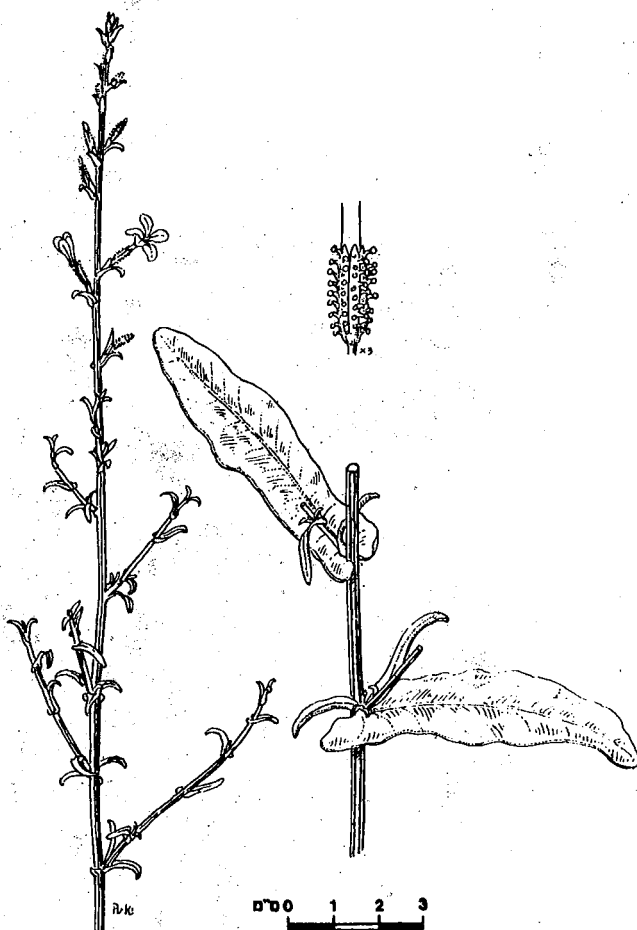
טבלה מס' 2 מציגה את המינים מפרישי המלח בארץ לפי פיזורם בבתי-גידול שונים. אם נחילחם לקריטריון המליחות, הרי נמצא שמרבית המינים הללו אמנם גדלים בבתי-גידול שבו המלח הוא הגורם הדומיננטי - ביצות מלח, ביצות מנגרוב, חגורת הרסס ומדבריות יבשים. בכך, כמוכון, אין כל הפתעה. רק מיעוט קטן של מינים מפרישים גדל בבתי-גידול שאינם מלוחים. מאידך, אם בוחנים את בתי-הגידול הללו באמת המידה של יובשניות, הרי מסתבר ש-16 מינים גדלים בבית גידול "לח" - ביצות מלח, בתי גידול לחים, שדות שלחין ומנגרובים. גם אשל הפרקים יכול להכלל בקטגוריה זו משום שהוא קשור למעשה לאספקה קבועה של מי-תהום. שאר המינים גדלים בבתי-גידול יובשניים מובהקים: מדבריות או חגורת הרסס. אולם כאן ראוי לציין שרק בחלק מהצמחים הללו הפרשת המלח היא ודאית. ידוע שבתנאי שדה האשליל והפרנקניה מפרישים. לגבי היתר, ארבעת מיני העדעד: ע. רתמי, ע. יוני, ע. כחול, ע. מאובק וכן מד-חול דוקרני, ברור על סמך מבנה אנטומי וניסויי מעבדה שיש להם בלגטות מלח בעלות כושר הפרשה, אך בתנאי שדה ההפרשה מעולם לא נבדקה. לא ברור גם מהו המצב באשר לעדעד תכול. יתכן, איפוא, שבכמה צמחים הגדלים בבתי-גידול יובשניים, הפרשת המלחים היא בבחינת פוטנציאל שלא ברור

אם וכיצד הוא מתממש.

העפרית והגולנית שהם מפרישי גיר, מהווים כאן חריג ועל כך ליוחד הדיבור בהמשך.



גלנית ערבית



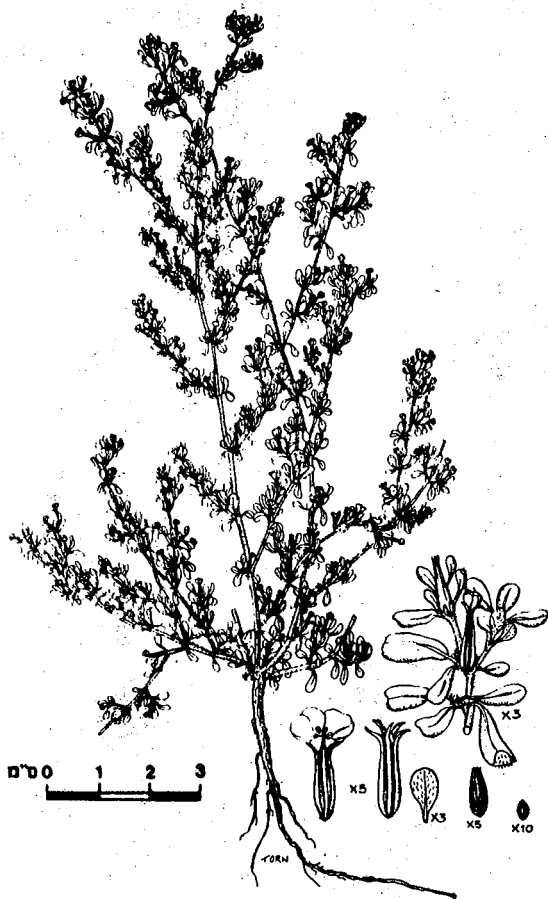
עפרית אירופית

טבלה 2: רשימת מיני צמחים מפרטי מלח לפי בתי-גידול בארץ

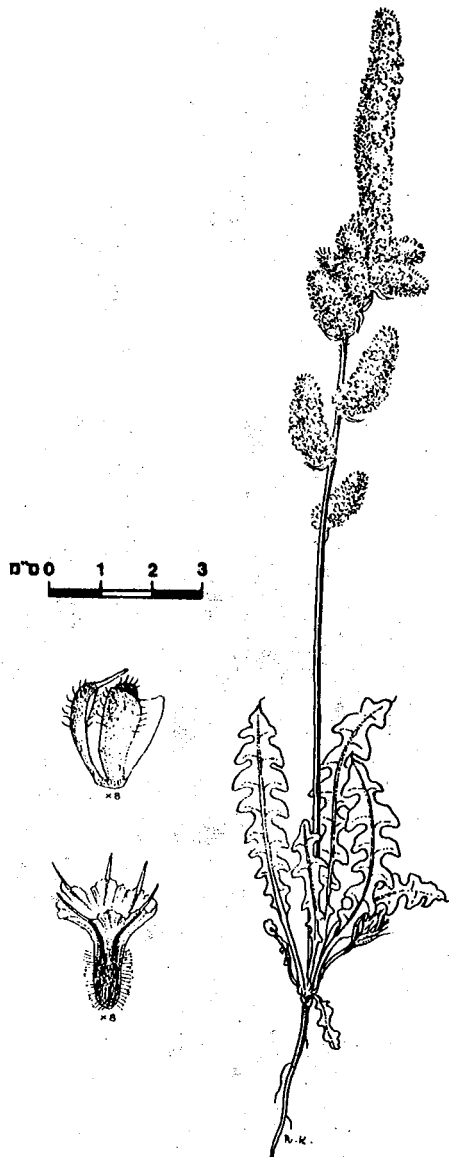
ברשימה נכללים צמחים שבהם הכושר להפליש מלחים הונח או שהוא משוער. בסוג אשל נכללו רק מיני הכר הנפוצים.

בית-ימ-תיכונים	עשבים רעים של שלחין	בית-גידול לח	חגורת הרס	מדבר	מגרב	ביצות מלח
עפרית אירופית***	בת-יכלית מצרית	אשל הירדן	פרנקניה שעירה	אשליל הנגב	אביסניה ימית	אשל מרובע
גולנית ערבית***	כלוריס גיאני	זנבה נטויה	עדעד רחמי עדעד יונני עדעד כחול עדעד הביצות מד חול דוקוני	אשליל שעיר אשל הפרקים* עדעד מאובק עדעד תכל** גולנית ערבית***	אשל הירדן אשל חובק פרנקניה מאובקת פרנקניה שעירה עדעד הביצות עדעד סיני עדעידית משובלת	אשל הירדן אשל חובק פרנקניה מאובקת פרנקניה שעירה עדעד הביצות עדעד סיני עדעידית משובלת ערר כחמי כף-החתול חשירועה כף-החתול הזוחלת

* קשור למי-תהום
** לא נבדק
*** הפרשת גיר



פרנקניה מאובקת



עדעדיח משובלח

ממצאים בהפרשת מלחים בכף החתול השרועה ומשמעותם האקולוגית

עוצמתו של תהליך ההפרשה, לפי אמת-מידה של כמויות המלחים המופרשות ביחידת זמן ליחידת שטח עלה או מספר בלוטות, היא מדהימה. מדידות שנעשו ע"י אטקינסון וחבו' (Atkinson et al., 1967) בצמח המנגרובים האוסטרלי *Aegialitis annulata* וע"י פולק (1967) בכף החתול השרועה הראו שיעורי הפרשה מוצקה בסדר גודל של 3% ממשקלו הכללי של העלה המפריש ביממה. אולם על מנת שהפרשת המלחים אכן תמלא את "ליעודה" בהסתגלות לבתי-גידול מלוחים צריכים להתמלא לפחות שלושה תנאים חשובים.

התנאי הראשון הוא שתחול ברירניות נאותה בהרכב המלחים המופרשים באופן שהמלחים המרעילים, הווה אומר יוני נתרן (Na^+) וכלוריד אכן יופרשו מן הצמחים, ולעומתם יונים נחוצים להזנת הצמח, כמו האשלגן (K^+), זרחה (H_2PO_4^-), חנקן (NO_3^-) ואחרים לא ידלפו מן הצמח במהלך ההפרשה, ובכך יתערער מאזן ההזנה התקין בצמח.

התנאי השני הוא, שלא תחול הרעה במאזן המים של הצמח עקב העובדה שהמלחים מופרשים מן העלים בצורת תמיסה נוזלית. בכך קיים בצמחים מפרישי מלח נתיב נוסף לאיבוד מים, בנוסף לאיבוד המים הרגיל המתרחש בתהליך הדיות (טרנספירציה).

תנאי שלישי הוא שמנגנון ההפרשה אמנם ירחיק את היונים הרעילים ביעילות. פירושו של דבר ששיעור ההרחקה יהיה בעוצמה מספקת או מהיר דיו על מנת למנוע הצטברות עודפים ברקמות שבתוך הצמח.

על מנת לבחון תנאים אלה נערכה שורת ניסויים בהפרשת המלחים בצמח המלחות הדגני כף-החתול השרועה (פולק, 1974; Pollak and Waisel, 1979).

צמח זה גדל בארץ בנביעות מלוחות ובביצות מלח במלחות של בקעת הירדן וים המלח וכן במלחות החוף.

הניסויים בצמח זה נערכו כולם כתנאי מעבדה בעלים מנותקים, ומדגם מייצג של התוצאות יובא להלן.

הפרשת נתרן מול הפרשת אשלגן

כמדד לכושר ברירניות של הפרשת המלחים בעלים נבחרו יוני הנתרן (Na^+) והאשלגן (K^+). שני יונים אלה דומים מאוד מבחינה כימית, אך קיים שוני בדרישות צמחים אליהם. האשלגן, כידוע, הוא מינרל חיוני לקיום צמחים, ואילו הנתרן הוא בדרך כלל יסוד מרעיל. במלחות טבעיות הוא מהווה יחד עם הכלוריד את המלח השולט. לרוב, תכולת האשלגן הטבעית ברקמות צמחיות היא גבוהה, בסדר גודל של 1% מן המשקל היבש של הצמח. צמחי משפחת הדגניים ידועים במיוחד כצוברי אשלגן מובהקים.

עלים של כף-החתול השרועה שנותקו מצמחים שגדלו תקופה ארוכה בתנאי הזנה רגילים, אך חסרי מליחות, הכילו תכולה גבוהה של אשלגן, ואילו תכולת הנתרן שבהם היתה אפסית. בתנאים כאלה אין כמעט הפרשה כלשהי של מלחים מן העלים. משעה שעלים כאלה נחשפו למליחות (NaCl) במשך ארבע שעות ע"י טבילת נדניהם בתמיסת המלח, הם הפרישו הרבה מאוד נתרן, ואילו מתוך האשלגן הרב שהיה צבור בהם קודם לכן הם הפרישו מעט מאוד (ראה טבלה 3).

טבלה מס' 3: השפעת NaCl על הפרשת נתרן ואשלגן בעלים של כף החתול השרועה
 העלים ניזונו במשך 4 שעות לאחר ניתוקם מהצמח בתמיסת NaCl 0.2M ובמהלך תקופה זו נמדדו ערכי ההפרשה. הכמויות במיקרומולים למ"ג משקל יבש.

תכולת אשלגן התחלתית	אשלגן מופרש	נתרן מופרש
0.75	0.05	0.42

נראה איפוא, כי אספקת מלח לעלים מעוררת את מנגנון ההפרשה, אך אין בכך ערעור משמעותי של מצב האשלגן בצמח. מנגנון ההפרשה "מבחינ" איפוא, יפה בין שני קטיונים אלה למרות דמיונם הכימי, וכאשר מספקים לעלים תוספות גדולות של אשלגן כלורי, אשלגן אמנם מופרש מן העלים, אך עדיין בשעורים נמוכים מאלה של הנתרן. בטבלה מס' 4 מתואר מצב שבו סופקה לעלים מנותקים במשך שש שעות תערובת של NaCl ו-KCl ביחסים שווים:

טבלה מס' 4: השפעת טיפול מעורב של NaCl ו-KCl על יחסי נתרן ואשלגן המופרשים מעלים מנותקים של כף-החתול השרועה

הניסוי נערך במשך 6 שעות. הכמויות מבוטאות במיקרומולים למ"ג משקל יבש.

הטיפול	נתרן מופרש	אשלגן מופרש	יחס נתרן/אשלגן
NaCl 0.15 M + KCl 0.15M	0.34	0.19	1.78

מהתוצאות המובאות בטבלה 4 מתברר שגם בתנאים של אספקה מסיבית ושוטפת של שני המלחים מתברר שבלוטות המלח מעדיפות את הפרשת הנתרן. תופעה זו חוזרת על עצמה הן כאשר כל מלח ניתן בנפרד, או ביחסים כמותיים ובריכוזים שונים של המלחים הללו.

ככלל, אין ספק שבמרבית צמחי המלחה המפרישים קיימת העדפה ברורה להפרשת נתרן וכלוריד על פני המלחים האחרים, ובכך ממלאת הפרשת המלחים את התנאי החשוב של ברירניות הדרוש לתיפקוד נאות כמנגנון הסתגלות.

איבוד מים במהלך הפרשת המלחים

בשדה מופיע חומר הפרשה של הצמחים על גבי העלים או הגבעולים כגבישים או טיפות נוזל. צורת ההופעה מותנית בלחות הסביבה החיצונית. בתצפיות מעבדה הוברר מעל לכל ספק שחומר ההפרשה יוצא כטיפות תמיסה מן הכלוטות, אך בשדה, כאשר הלחות היחסית נמוכה, מתאדים מים אלה והמלחים מתגבשים על שטח פני העלה. בשדה קיים כנראה גם תהליך חוזר של התעבות מים על גבי גבישים או על גבי טיפות קיימות בתנאים של לחות יחסית גבוהה.

ניסינו להעריך בתנאי מעבדה את חלקו היחסי של אובדן המים מעלים מנותקים של כף-החתול השרועה בדרך של הפרשה, לעומת האובדן הכללי, הכולל גם הפרשה וגם דיות. הערכה זו נעשתה באמצעות השוואה בין איבוד המים מעלים באווירה רוויה שבה יש הפרשה אך הדיות אפסי, לבין איבוד המים באווירה חיצונית יבשה שבה מתרחשים שני התהליכים בד בבד.

טבלה מס' 5: השפעת אוירה רוויה ויבשה על אובדן מים מעלים מנותקים של כף-החתול

השרועה ועל הפרשת הנתרן מתוך המאגר הפנימי של נתרן בעלים.

העלים נטענו קודם לניסוי במלח, והפרישו בזמן הניסוי כאשר מסופקים להם מים בלבד.

משך הניסוי: 4 שעות.

הטיפול	אובדן מים מן העלה (מ"ג מים למ"ג משקל יבש בשעה)	% הנתרן שהופרש מתוך המאגר הפנימי בעלה
אווירה יבשה	4.05	34.9
אווירה רוויה	2.45	34.3

טבלה מס' 5 מראה כי באווירה רווית מים, למרות שלא היתה צפויה דיות (טרנספירציה), התרחש בכל זאת איבוד מים ניכר, שניתן לייחס אותו להפסדי המים מן העלה בתהליך הפרשת המלחים. בתנאי אוירה יבשה, שבו פועלים שני התהליכים, העלים הפסידו הרבה יותר מים וכנראה שלמעלה ממחצית אובדן המים בעלים מפרישים בתנאים אלה ניתן לייחס לתהליך ההפרשה. כמובן שכל זה נכון לתנאי הניסוי הללו בלבד, אך אפשר לקבל מושג כללי על סדר הגודל של אובדן המים בנתיב של בלוטות המלח.

מכחינה אקולוגית נובע, שאם צמחים חייבים לאבד כמויות ניכרות של מים לצורך הפרשת מלחים, עשוי הדבר להוות בעיה לצמחים מפרישים בבתי-גידול יובשניים, וליצור מגבלה ליכולתם להפריש בצורה תקינה. ייתכן שבכך מצוי הסבר לעובדה שמספר המינים מפרישי המלח הגדלים במדבריות יובש הוא מועט יחסית, למרות שמדבריות אלה מלוחים בדרך כלל (ראה טבלה מס' 2 בפרק הקודם). בניסויים אחרים שנערכו בכף-החתול השרועה נמצא כי הפרשת המלחים רגישה לעקה אוסמוטית שיכולה להגרם מריכוזים גבוהים של מלח בתמיסת ההזנה (ראה להלן בהמשך) או כאשר מספקים לעלים חומרים אחרים פעילים אוסמוטית, כמו מניטול או סוכרים אחרים. גם ממצאים אלה תומכים באפשרות שעקת יובש מפריעה לתהליך ההפרשה.

יעילות ההפרשה

המדד המתאר את יעילותו של תהליך ההפרשה כמרחיק מלחים ומונע את הצטברותם בעלה הוא היחס בין הנתרן המופרש מעלים לבין הנתרן המצטבר בעלים בפרק זמן נתון. יחס זה יכולה להלן "הפרשה יחסית".

בעלים מנותקים של כף-החתול השרועה נמדדו הן ההפרשה המוחלטת והן ההפרשה היחסית במיגוון רחב של תנאי ניסוי ובטבלה מס' 6 מוצגות תוצאות של אחד הניסויים הטיפוסיים. נראה שבתנאים של איריה יבשה מופרש פחות נתרן (הפרשה מוחלטת) מאשר בתנאים של איריה רוויה, והבדל זה בולט ככל שעולה הריכוז החיצוני. לעומת זאת, באיריה יבשה מצטבר יותר נתרן בעלים מאשר באיריה לחה, בכל טווח הריכוזים שנמדד. תוצאות אלה כשלעצמן מחזקות את מה שנאמר קודם בקשר לרגישות תהליך ההפרשה למצבי עקה. אולם, אם אכן הבוחן ליעילות ההפרשה היא "ההפרשה היחסית", בולט עוד יותר שיעילות ההפרשה גדולה באיריה רוויה לעומת איריה יבשה, והיא יורדת ככל שריכוז המלח בתמיסת ההזנה עולה.



טבלה מס' 6: השפעת ריכוזים חיצוניים ותנאי-לחות אטמוספרית על הפרשה מוחלטת והפרשה יחסית של נתרן מעלים מנותקים של כף החתול השרועה

כמויות הנתרן המופרש מבוטאות במיקרומולים למ"ג משקל יבש ב-4 שעות.

$$\frac{\text{הפרשה מוחלטת}}{\text{תוספת נתרן נצבר}} = \text{הפרשה יחסית}$$

האזנה	ריכוז בתמיסת ההזנה (M)	הפרשת נתרן מוחלטת	תוספת נתרן נצבר בעלים	הפרשה יחסית
רוויה - (לחות יחסית 100%)	0.3	0.42	0.61	0.69
	0.6	0.22	1.20	0.18
	0.9	0.11	1.27	0.09
יבשה - (לחות יחסית 50%)	0.3	0.42	0.30	1.40
	0.6	0.48	0.58	0.83
	0.9	0.60	0.82	0.73

כלומר, עקת יובש הנובעת משילוב של ריכוזים גבוהים בתמיסת ההזנה עם אזירה מייבשת, מקטינה מאוד את ההפרשה היחסית (= יעילות ההפרשה). במילים אחרות: ההפרשה אינה יעילה במידה מספקת כדי למנוע הצטברות של נתרן בעלים. יש לשער, איפוא, שקיימים קשיים בביצוע של תהליך ההפרשה בסביבות יבשות, ויעילות יורדת בתנאים של מליחות גבוהה מאוד. בכך יש כמובן מגבלה לערכה ההסתגלותי של הפרשת המלחים. על כן אין לצפות שצמח כמו כף-החתול השרועה יוכל להתמודד בהצלחה עם בעיות המליחות בסביבה יבשה מצד אחד, או גם בביצת מלח, שבה ריכוזי המלח גבוהים מדי, תודות להפרשת המלח בלבד. ובאין מנגנון הסתגלות אחר המוכר לנו, הרי אפשר בהחלט להסביר את תפוצתו הטבעית של הצמח לאור נתונים אלה: כף-החתול השרועה גדלה לרוב בביצות של מים מליחים בלבד. גם ניסויי צמיחה ושרידות בהשפעת מלח בתנאי מעבדה, מראים שהצמח אינו עמיד למליחות גבוהה (Pollak and Waisel, 1972).

השפעת אור וחושך על תהליך ההפרשה:

בצמחים שלמים של כף החתול השרועה המועברים לפרק זמן של יממה לתנאי חושך, יורדים שיעורי המלחים המופרשים עד כדי 1/3 בהשוואה לתנאי אור. אין בממצא זה כדי להפגיע, משום שעם העברת הצמחים לחושך נפסק תהליך הדידות, אספקת המים לעלים מופסקת והעלים מפרישים רק ממאגרים שנותרו בעלים. אולם כאשר עלים מנותקים טעוני-מלח מועברים לחושך, הם ממשיכים להפריש ללא הפרעה, וערכי ההפרשה המוחלטת והיחסית דומים באור ובחושך. מכאן שעצם היכולת לבצע הפרשה אינה מותנית באור או חושך, והמסקנה האקולוגית היא: צמחי כף החתול מסוגלים להפריש גם בלילה. בכך יש יתרון חשוב, היות והעלים יכולים להפריש ממאגריהם הפנימיים שהתמלאו ביום, ללא תוספת אספקת מלח חדשה בלילה. כאשר יגיעו מלחים חדשים באמצעות זרם הדידות ביום הבא, תימצא בעלים אלה רמה פנימית נמוכה יחסית של מלחים. יתרה מזו, יתכן שבתנאי שדה יש דוקא עדיפות להפרשה לילית בגלל הלחות האטמוספירית הגבוהה יותר בשעות הלילה.

אם נסכם בשלב זה את הממצאים, מתברר שהפרשת המלחים בכף החתול השרועה עומדת היטב במבחן האקולוגי מבחינת כושר הברירניות והיכולת להפריש גם בלילה, ואילו נקודות התורפה הן איבודי המים הנגרמים במהלכה, רגישותה לעקת-יובש ולריכוזים גבוהים מדי של מלחים. הרחבה והכללה של מסקנות אלה גם למינים אחרים בטבע אינה ודאית בשלב זה. עם זאת אפשר לקבלן כהשערות עבודה לעבודה ניסויית נוספת במעבדה ובשדה על הפרשת מלחים במינים אחרים.

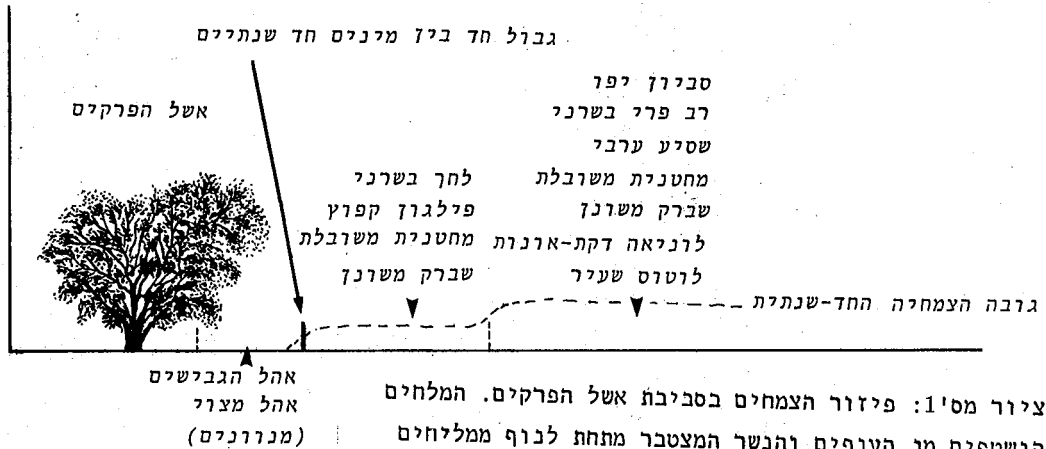
הפרשת מלחים בצמחי חגורת הרסס בחוף הים

שה מילני צמחים הגדלים בחגורת הרסס בארץ הם בעלי בלוטות מלח (ראה טבלה 2). אולם עד כה הוכח כושרם של צמחים אלה להפריש מלחים רק בתנאי מעבדה, כאשר מזינים את שורשיהם בתמיסת מזון מלוחה (ראה Liphshitz and Waisel, 1974); אינב, 1983). באיזור חגורת הרסס בארץ מליחות הקרקע על פי רוב אינה גבוהה, מכיוון שחלק גדול מהמלחים הנישאים עם טיפות הרסס והצונחים לאדמה מודחים לעומק ע"י מי-הגשם. המקור העיקרי ל-NaCl המצוי בנצר איננה קליטה במערכת השורשים, אלא חדירה לרקמות הצמח ישירות מן המקור האטמוספירי. הבעיה העיקרית שעמה מתמודדים צמחי הרסס הוא המגע הישיר של המלח עם אברי הנצר, והסכנה של חדירתו פנימה אל הרקמות. מציאות של גבישי מלח על העלים אין בה כמובן כדי להוכיח על קיומו של תהליך הפרשה בצמח רסס כלשהו, משום שמקורם של המלחים המכסים את העלוה יכול להיות ישיר מטיפות הרסס. תהליך של הפרשת מלחים במקרים כאלה יכול להתרחש רק לאחר קליטה קודמת של מלחים ממשקעי הרסס אל תוך העלים או הגבעולים.

עד היום לא נערך כל מחקר שדה בהפרשת מלחים בצמחי חוף הים שיכול להצביע בודאות על כך שיש צמחי חוף ים שאכן מפרישים בצורה משמעותית בתנאי שדה, ואם הם מפרישים הרי שמקור המלחים הוא דוקא בטיפות הרסס לאחר שהמלחים חדרו מהם לרקמות הפנימיות. יש להדגיש שחדירה כזו עלולה להתרחש דרך כל שטח פני העלה והמלחים יגיעו לתאים שונים ללא הבחנה, תוך אפשרות של גרימת נזק. יתכן, איפוא, שגם אם הפרשה מתקיימת, ערכה האקולוגי מוטל בספק. סביר למדי להניח שצמחי הרסס בעלי הבלוטות (מיני העדעד ומד-חול דוקרני) נגזרו באבולוציה מקרובים הלופיטים של מלחות, והם שמרו על המכנים האנטומיים הקשורים בהפרשת מלחים, כולל הפוטנציאל לבצע את הפרשת המלחים.

הפרשת המלחים ואללופאטיה*

ישנן כמה עדויות שמלחים המופרשים מצמחים מפרישי מלח פועלים כגורם אללופאטי בסביבתם הקרובה. ליטב (Litwak, 1957) הראה שעצי אשל הפרקים הגדלים בנגב המערבי גורמים להמלחת הקרקע מתחת לנופם. שורשי האשל קולטים את המלחים ממי תהום מלוחים בעומק הקרקע והענפים מפרישים אותם דרך הבלוטות. טל או גשם שוטפים את המלחים מן הנוף אל שכבת הקרקע העליונה וממליחים אותה. כתוצאה מכך צמחים רבים אינם גדלים מתחת לנוף האשל, ואילו כמה צמחים שעמידותם למלח גבוהה יותר, כמו בסיה שכנית דוקא נעשים שכיחים יותר מתחת לעצי האשל (ראה גם ציור מס' 1 ותמונה בעמ' 23).



ציור מס' 1: פיזור הצמחים בסביבת אשל הפרקים. המלחים הנשטפים מן הענפים והנשר המצטבר מתחת לנוף ממליחים את הקרקע. תופעה זו משפיעה על פיזור מיני הצמחים. הנתונים מהשתלמות רת"ם בצפון סיני - חרובה 22.2.82.

* אללופאטיה - עיכוב גדילה והתפתחות של צמח כתוצאה מהפרשת חומרים כימיים מצמח אחר המצוי בסביבתו.

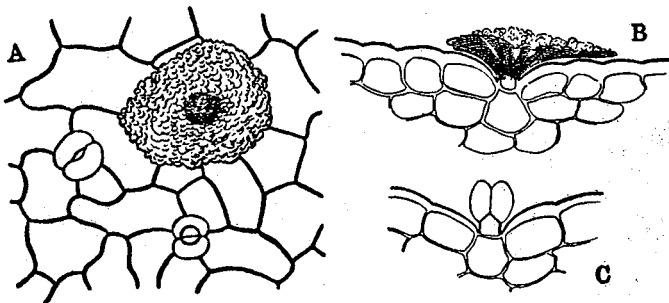
אללופאטיה כזו שונה מהאללופאטיה השכיחה, שבה העיכוב הכימי נעשה באמצעות חומרים מיוחדים הנוצרים בצמח ממאגר התרכבות האורגניות שלו ומופרשים לאחר מכן החוצה (כמו בשפתניים, מורכבים, סוככיים, הדסיים וכד'). במקרה של האשל אין ניצול של תרכובות שנגזרו מחילוף החומרים, אלא אלה חומרים כימיים (המלחים) שאינם עוברים כל שינוי כימי במעברם דרך הצמח. תופעה דומה צויינה גם לגבי האשליל במדבר יהודה ע"י דנין (1980). כנראה שהשטחים הריקים מעשבוניים סביב צמחי האשליל השעיר נובעים מהמלחים המופרשים מעליו, הגורמים להמלחת הקרקע סביב נופו. בכך זוכים צמחי האשליל הבוגרים ונבטיו הצעירים העמידים יותר למליחות, ביתרון בתחרות על מעט המים המצויים בבית-הגידול. מנקודת מבט של הסתגלות הצמח לתנאי הסביבה, ייתכן שאפשר לתרץ את העובדה כמו אשליל מפריש מלחים למרות הקשיים בהפרשה שעשויים לנבוע מעקת היושב שהוא נתון בה (ראה לעיל על כף-החתול) בשיפור במשק המים כשהוא זוכה לו בעקבות ההשפעה האללופאטית של המלח. היתרון התחרותי מפצה, איפוא, על המגרעות הפיסיולוגיות.

הפרשת גיר בצמחים

בעוד הפרשת המלח (NaCl) מקובלת כמנגנון ויסות משק המים בצמחים הגדלים בסביבות מלוחות, הרי הפרשת גיר (CaCO_3) היא תופעה בלתי מובנת לחלוטין. פחמת הסידן (CaCO_3) מופיעה כחומר לואי וכתוספת גם בצמחים מפרישי מלח טיפוסיים כמו אשל (Waisel, 1972). אולם הגיר מופיע כחומר עיקרי בתוכן ההפרשה בשני מינים בארץ שאינם כלל צמחי מלחה: עפרית אירופית וגולנית ערבית. עפרית אירופית מופיעה בארץ בבתות הרריות בין סלעים, לעתים בבורות או במקומות עזובים וכן בגבעות כורכר קשה במישור החוף. גולנית ערבית גדלה בהר הנגב בסלעי גיר, בסיני גם על גרניט ובשרון על חוסמס. בחלק מבתי-הגידול הללו יש גיר בקרקע אך לא בכולם. מאידך, מרבית הצמחים "אוהבי הגיר" (קלציקוליים) בארץ הידועים בזיקתם לתשתיות קרבונטיות מובהקות כמו קירטון, חואר או כורכר - קורנית מקורקפת, לוטמית דביקה, שמשון אזוביוני, צתרה ורודה וכד', אין בהם הפרשה של גיר. למעשה, עמידותם בתנאי התשתית הללו אין לה קשר ישיר לעודפי הגיר, אלא למערך ההזנתי הכולל הקיים בתשתיות אלה. ה"צורך" הפיסיולוגי בהפרשת קרבונטים ובמניעת הצטברותם ברקמות הצמחים אינו ברור כלל, ויתכן שלהפרשת הגיר יש משמעות אחרת שלא הובהרה עד כה. יתר על כן, גם הפיסיולוגיה של הפרשת הגיר לא נחקרה כלל בצמחים מפרישי הגיר.

מתקבל רושם שכשני מקרים אלה של הפרשת גיר בצמחיית הארץ, הקשרים הסיסטמטיים-אבולוציוניים עומדים ביסוד התופעה ולא דוקא הסתגלות ישירה לתנאי הסביבה. בעפרית ישנה הבלוטה הטיפוסית לכל צמחי המשפחה (עפריתיים) וגם מבנה וצורתה דומים. יתכן שבלוטת המלח הטיפוסית לעדעד עברה כאן טרנספורמציה לתיפקוד אחר, אך דומה במהותו. אך בעוד משפחת העפריתיים מיוצגת יפה בכתי-גידול מלוחים, אין הדבר כן במשפחת הגולניתיים (Globulariaceae). לכל המינים במשפחה זו וכן במשפחת Selaginaceae הקרובה לה ישנן בלוטות בעלים (ראה ציור מס' 2). בלוטות אלה מפרישות חומר גירני (Metcalf and Chalk, 1957).

ציור מס' 2: בלוטת הגיר במשפחת הגולניתיים.



A - מבט על שטח הפנים של עלה. חומר גירני מכסה את בלוטת הגיר.
B - חתך רוחב בעלה. חומר גירני שהופרש מבלוטת הגיר.
C - חתך רוחב בעלה. בלוטת הגיר.

מרבית צמחי משפחת הגולניתיים גדלים בסביבות הרריות ים-תיכוניות ובאירופה, כאשר גולנית ערבית היא נציג בודד של המשפחה בצמחיית הארץ ובסהרה. אין לנו כרגע הסבר מתקבל על הדעת באשר למשמעות האקולוגית האפשרית של הפרשת גיר בתנאים של סובב הררי, ובעיה זו מצפה אף היא לפתרונה.

הערות אבולוציוניות על הפרשת המלחים

הפרשת המלחים והתפתחות בלוטות מלח בצמחי פרחים (מכוסי הזרע) היא תופעה קונוורגנטית טיפוסית. היא הופיעה באופן בלתי תלוי ובמקביל בחד-פסיגיים - בדגניים ובמשפחות דו-פסיגיות הנמנות על ענפים אבולוציוניים נפרדים של הדו-פסיגיים כמו אשליים, עפריתיים, ורבניים וכד'. אלה נחשבות בדרך כלל כמשפחות מפותחות, כלומר עומדות גבוה יחסית בסולם ההתפתחותי של הענף האבולוציוני שלהן. מכאן שהפרשת המלחים היא תופעה מאוחרת כאבולוציה של צמחי הפרחים, ויתכן שהיא קשורה עם הכיבוש המשני של סביבות חיים מלוחות ע"י צמחי היבשה. מבחינה אנטומית מוצאים בצמחים מפרישים צורות מעבר בין טריכומות (שערות) בלתי מפרישות לבין שערות מפרישות, במיוחד בדגניים (Lipshitz and Waisel, 1974, 1981). באביסניה ימית נראית בלוטת המלח בשלבי התפתחותה המוקדמים שלה כשערה אפידרמלית רגילה, ובהמשך האונטוגנזה חלק מהשערות מתפתח לבלוטת מלח (Fahn and Shimony, 1977). לגבי הדגניים טוענים ליפשיץ וויזל (Lipshitz and Waisel, 1974, 1981)

שכנראה חלק מהטריכומות הלא מפרישות מוצאן מבלוטות שאיבדו את תפקידן ושינו את צורתן. הם מניחים שמוצאם או בית-גידולם הראשוני של כמה שבטים במשפחת הדגניים, בעיקר מכת המשפחה Eragrostoidae (חילפיים) הוא בתי-גידול מלוחים. זאת בעיקר לפי הסוגים של כף-חתול, מד-חול ועשב רודס, שידועים כמפרישים. אולם, היות ורבים מצמחי המשפחה שלהם בלוטות מלח או טריכומות דמויות בלוטה אינם גדלים במלחות כיום (ראה בראשית המאמר), משערים חוקרים אלה שהגירתם של אלה אירעה בעבר הלא רחוק מבתי-גידול מלוחים לבתי-הגידול הבלתי מלוחים שאותם הם מאכלסים בהווה. השערות דמויות הבלוטה הן תוצאה של ניוון בלוטה פעילה.



מד חול דוקרני

קטע מחמכנד

שני טיעונים עומדים כנגד דעה זו:

א. אין כל תימוכין לדעה שהאבולוציה של הדגניים התרחשה במלחות, וגם כיום אין מלחות המהוות מרכז תפוצה לשום שבט מהשבטים של משפחת הדגניים. מקובל שבת משפחת Eragrostoidae התפתחה באיזורים חמים ויובשניים, אך בשום אופן לא מלוחים. מרכזי התהוותה ותפוצתה הם מרכז אוסטרליה ודרום אפריקה (Hartley and Slater, 1960). כמו כן לסוגים זנבה וכלוריס מקובל מוצא טרופי לח.

ב. בלוטת המלח היא מבנה מורכב ומשוכלל בהרבה משערה רגילה, וסביר לכן שהופעתה האבולוציונית מאוחרת יותר (ראה גם אצל Fahn, 1979). יתר על כן, לגיטימי להניח במקרה זה דוקא את ההנחה ההפוכה: יתכן שצמחים שהיו להם שערות בלתי מפרישות "רכשו" את היכולת להשתמש בשערות אלה כאמצעי להפרשת תמיסת מלח תחת לחץ בסביבה המלוחה שנקלעו אליה ע"י מוטציה וסלקציה. תוך כדי כך השתכללו והתפתחו המבנה האנטומי, האולטרסטרוקטורה והתפקוד של הבלוטות.

אפשרי גם שבלוטות מלח התפתחו מלכתחילה בסביבות לחות ולא דוקא מלוחות, אולי כהידודות, ובלחץ של סביבה מלוחה הן החלו לתפקד כבלוטות להפרשת מלחים. המתאם והזיקה שקיימים בין סביבה לחה או תנאי לחות משופרים, לבין הפרשת מלח ותפוצת צמחים מפרישים עשויים לתמוך גם באפשרות כזאת.

בהקשר לזה מעניין לציין שדוקא במשפחות הלופיטיות טיפוסיות, שתפוצתן, מוצאן וזיקתן למלחות ולמדבריות של כדור הארץ היא מעל לכל ספק, כמו הסלקיים והזוגניים - לא התפתחה כלל התופעה של הפרשת המלחים באמצעות בלוטות מלח. את "שערות המלח" של הסוג מלוח (Atriplex) יש לראות כתופעה שולית במשפחת הסלקיים, מה גם שערכן האדפטיבי בויסות משק המלחים אינו ברור למדי.

בשתי משפחות אלה צמחים רבים המותאמים היטב למכלול התנאים של מליחות ויובש, לעיתים קיצוניים ביותר, והן מבליטות את המגבלה האקולוגית העיקרית של תהליך ההפרשה: אין בו כנראה פתרון הסתגלותי נאות לצירוף זה. אמנם, הכושר הסלקטיבי של מנגנון ההפרשה מבחינת הרכב המלחים הוא מרשים, ויעידו על כך התוצאות שהצגנו בכף החתול ואלה שנמצאו גם בעבודות אחרות. מאידך, מוגבלת יעילותו הכוללת של התהליך לתנאי מליחות מתונה או נמוכה, בזיקה ללחות קבועה בבית-הגידול ולחוסר עקת יובש.

יש להניח, איפוא, שהפרשת מלחים היא מנגנון מסייע בהסתגלות, המותאם למערך תנאים לא קיצוני מדי, אך כנראה שאין זו הדרך העיקרית שבה הותאמו צמחי מלחה לתנאי עודף מלח.

אין לנו תשובה לשאלה כיצד מתפקדים צמחים מפרישי מלח הגדלים במדבר כמו אשליל, עדעד מאובק, או עדעד תכול בתנאים של עקת יובש. זוהי בעיה פיסיולוגית שעדיין לא נחקרה ואין נתונים כמותיים מספקים לא מן השדה ולא מן המעבדה. מן הראוי לבחון אם אין דוגמאות אלה מליצגות שלב מתקדם יותר באבולוציה של תהליך ההפרשה באופן שיתאים גם לעקת מלח המשולבת בעקת יובש. ואולי נמצאה כאן פשרה בין המגבלות הפיסיולוגיות של הפרשת המלחים לבין יתרונות אחרים שצמחים אלה משיגים באמצעות ההפרשה במהלך הסתגלותם הכולל לתנאי הסביבה.

רשימת הספרות

- דנין, א., 1980. מדבר יהודה - הצומח. מתוך מדריך ישראל, הוצאת כתר ומשרד הבטחון. כרך מדבר יהודה ובקעת הירדן.
- ויזל, י., ליטב, מ., אגמי, מ. 1975. צמחי חוף הים בישראל. הוצאת המדור לאקולוגיה, המחלקה לבוטניקה, אוניברסיטת תל-אביב.
- עינב, ר. 1983. התפוצה של מיני עדעד בחוף הים בישראל. רחם 6, 32-43.
- פולק, ג. 1967. אוטאקולוגיה של כף החתול השרועה. עבודת M.Sc. המחלקה לבוטניקה, אוניברסיטת תל-אביב.
- פולק, ג. 1974. היבטים פיסיולוגיים ואקולוגיים של הפרשת המלחים בכף החתול השרועה. עבודת דוקטור, המחלקה לבוטניקה, אוניברסיטת תל-אביב.
- פולק, ג., ויזל, י. 1970. הפרשת מלחים בהלופיטים. טבע וארץ י"ב, 234-238.
- Atkinson, M.R., Findlay, G.P., Hope, A.B., Pitman, M.G., Saddler, H.D.W. and West, K. 1967. Salt regulation in the mangroves Rhizophora mucronata Lam. and Aegialitis annulata R. Br. Aust. J. Biol. Sci. 20, 589-599.
- Fahn, A. 1979. Secretory tissues in Plants. Academic press, London, 302 pp.
- Fahn, A. and Shimony, C. 1977. Development of the glandular and nonglandular laef hairs of Avicennia marina (Forsskal) Viern. J. Linn. Soc. 74: 37-46.
- Hartly, W. and Slater, C. 1960. Studies on the origin, evolution and distribution of the Gramineae. III. The tribes of the subfamily Eragrostoideae. Aust. J. Bot. 8, 256-
- Liphschitz, N., Shomer-Ilan, A., Eshel, A. and Waisel, Y. 1974. Salt glands on leaves of Rhodes Grass (Chloris guayana Kth). Ann. Bot. 38: 459-462.
- Liphschitz, N. and Waisel, Y. 1974. Existence of Salt glands in various genera of the Gramineae. New Phytol. 73, 507-513.

- Liphschitz, N. and Waisel, Y. 1982. An insight into halophytes-Adaptation of plants to saline environment: salt excretion and glandular structure. In: Contribution to the Ecology of Halophytes D.N. Sen. ed. Jung Pub. Netherland. pp. 197-214.
- Litwak, M. 1957. The influence of Tamarix aphylla on soil composition in the northern Negev of Israel. Bull. Res. Counc. Israel 6D, 38-45.
- Lüttge, V. 1971. Structure and function of plant glands. In: Ann. rev. Plant Physiol. 22, 23-44.
- Metcalf, C.R. and Chalk L. 1957. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. II. Clarendon Press, Oxford.
- Pollak, G. and Waisel, Y. 1971. Germination and vegetative reproduction of Aeluropus litoralis (Willd.) Parl. Ann. Arid Zone. 10: 169-175.
- Pollak, G., and Waisel, Y. 1979. Ecophysiological aspects of salt excretion in Aeluropus litoralis. Physiol. Plant. 47: 177-184.
- Ramati, A. Liphschitz, N. and Waisel, Y. 1976. Ion localization and secretion in Sporobolus arenarius (Gou) Duv. Jour. New Phytol. 76: 289-294.
- Waisel, Y. 1972. Biology of Halophytes. Academic press. New York and London.



צילום: אבי שמידע

המלחת הקרקע מתחת לנוף אשל הפרקים ותוצאותיה

על הזון המשכר (*Lolium temulentum* L.) בחפירות ארכיאולוגיות

(מתוך: J. Briend et J. B. Humbert, Tell Keisan, Fribourg etc., 1980)

מרדכי כסלו

זון משכר הוא דגני זקוף, די גבוה (40-90 ס"מ). מבסיסו מסתעפים קנים אחדים שכל אחד מהם נושא בראשו שיבולת. על ציר השיבולת יושבות השיבוליות ובכל אחת פרחים אחדים. מין זה הוא היחיד מבין מיני הזון שאין לו בית-גידול טבעי. הוא מוגבל רק לשדות התרבות ולכן הוא מכונה עשב רע מוחלט (זהרי, 1955). הוא איננו מפזר את פירותיו אלא הם נשארים על הצמח גם אחרי ההבשלה בדומה לצמחי התרבות. הוא נפוץ בכל אירופה, אסיה המערבית עד הודו וסיביר המערבית וכן אפריקה הצפונית. בסה"כ קיימים 6-12 מיני זון שתפוצתם מוגבלת לעולם הישן. למיני הכר השונים אין יחידת תפוצה משוכללת כמו לרבים מהדגניים, אלא השיבולת מתפרקת בצורה בלתי סדירה לקטעים הכוללים שיבולת אחת או אחדות. יחידת התפוצה נשארת במקום או מתגלגלת ברוח למרחקים לא גדולים, ולכן אפשר למצוא אותו כרגיל בקבוצות או בשטחים רצופים.

מכחינה זאת מותאמים מיני הזון לגידול בתוך שדה, אם כי רובם צמחים נמוכים למדי.

זון משכר נבדל משאר מיני הזון בעיקר בארבע תכונות מורפולוגיות:

א. הצמח גבוה וחזק יחסית;

ב. ציר השיבולת עבה וחזק ואינו נוטה להישבר;

ג. הגרגרים רחבים ובעיקר עבים מאוד. העובי היוצא דופן של הגרגרים מתבטא בעיקר בזמן ההבשלה וגורם לשינוי במראה הצמח בכך שהגלומות מתפשקות כדי להניח מקום פנוי לגרגרים המעובים.

ד. רקמת הניתוק נמצאת בין הפרקים של ציר השיבולת וגורמת להתפרקות השיבולת, לפחות בעת הדיש, לגרגרים עטויים (ראה ציור של זון משכר בשער חיצוני אחורי).

ד"ר מרדכי כסלו הוא מרצה בכיר במחלקה למדעי-החי באוניברסיטת בר-אילן

זון משכר כעשב רע בשדות התבואה

זון משכר הוא אחד מהעשבים הרעים הנפוצים ביותר בשדות המעובדים בשיטות פרימיטיביות בארצות המזרח הקרוב, הן בזמן העתיק והן בימינו. רק החקלאות המודרנית הצליחה להתגבר כמעט כליל על נוכחותו בעזרת מחזור הזרעים. על-ידי גידול חציר לבהמות, שקוצצים אותו בעודו ירוק, מונעים הבשלת זרעים של עשבים רעים שנבטו. נוסף לכך, כאשר מקפידים על זריעת זרעים נקיים לגמרי מעשבי בר, מונעים את כניסתו מחדש לשדה.

זון משכר, כמו שלמון סורי ומינים אחרים נוספים, שייכים לקבוצת העשבים הרעים בעלי הזרעים הכבדים ביותר. המרכיבים השונים של תוצרת הדיש מסתדרים במרחקים קצובים מהזורה לפי המפרשיות (voilure) שלהם, שמתבטאת ביחס בין גודלו של שטח החתך במקום הרחב ביותר לבין משקלם. מוצי זון משכר מהודקים ודבוקים לגרגר. משום כך בעת הדיש הוא נשאר עם המוצים שלו, ללא חלקם העליון שנשבר בעת הדיש, ומגלה את קצה הגרגר. לעומת זאת, גרגר החיטה החשופה נשאר ערום אחרי הדיש. בזמן הזרייה מעוניין האיכר להפריד בעזרת הרוח בין גרגרי החיטה הכבדים לבין הפסולת שהיא קלה יותר. בד בבד עם פעולת הבריור הזו שמרחיקה חלק גדול מהגרגרים הבלתי רצויים, בורר לו האיכר בלא יודעין גם את הגרגרים הכבדים יותר של עשבים רעים כמו זון משכר. זה האחרון הצליח לחקות את החיטה לא רק במפרשיות אלא גם בצורת הגרגר שלו עד שקשה לחקלאי להיפטר ממנו. במיוחד הדבר בולט בטיפוס קטן הגרגר של החיטה מפני שההבדל בין הגרגר החשוף של חיטה זו לבין הגרגר העטוי של זון משכר הוא קטן. רוחבו של הגרגר העטוי של הזון שווה כמעט לזה של הגרגר החשוף של החיטה, ולכן קשה להפריד ביניהם בכבירה. ייתכן שגם בעזרת הכברה הכנים החקלאי יותר ויותר את הזון לתוך שדהו (זוהי כנראה אחת הסיבות לריבוי בתל כיסן, דיר עלא ולכיש). סיבה שניה היא זריעה של אותה תבואה, עם העשבים הרעים שלה, שנה אחר שנה.

מדוע הזון המשכר משכר?

מלבד ההיזק של זון משכר בשדה כמתחרה על המים, חומרי המזון והאור, חושדים שיש לו תכונות שליליות כאשר גרגריו נטחנים עם החיטה ונאפים ללחם. Gerarde (1633) כותב שלחם טרי שמעורב בו זון משכר גורם לשיכרון. השם הצרפתי של זון משכר - ivraie - קשור אטימולוגית ב-ivre שיפרושו שיכור. ההנחה המקובלת היא שבין קליפת הגרגר ושכבת האלאורון נמצאת כרגיל שכבה של קורי פטריה, והיא אחראית להשפעה המרעילה. הפטריה נתגלתה כבר בסוף המאה הקודמת (Guérin, 1898). היא חסרה אברי-רבייה מינית, ומשום כך היא שייכת לקבוצת הפטריות הבלתי שלמות - Fungi imperfecti. כנראה בגלל העדר תכונות אופייניות

שנמצאות כרגיל באברי הרביה או בסידורם על פני הקור הנושא, עבר זמן רב עד שתיארו אותה. ואכן, רק לפני כ-60 שנה הוגדרה הפטריה לראשונה כ-*Alternaria Agostini lolii temulenti* (Agostini, 1926). יותר מאוחר היא הוגדרה באופן בלתי תלוי כ-*Loliomyces temulentus* Maire et Werner (1938).

בגרמיים נמצא אלקלואיד בעל הנוסחה $C_7H_{12}ON_2$ שנקרא temuline ומייחסים לו את ההשפעה הרעילה (Hofmeister, 1892). אולם Katz (1949) לא הצליח להוכיח בחיות ניסוי את הרעילות שבזון. אבן אלביטאר מביא בערך Ziwan, בשם אבו חניפה אל דינורי, (מאה ט') שלזרעי זון משכר תכונה משכרת. אמנם בערך Schailam מובאות דעות שונות בקשר לפעולתו של הצמח שמוגדר גם כן כמין של זון (Sontheimer, 1840); אולם הראובני (תרצ"ט) מטיל ספק בזיהוי זה וקובע שלפחות חלק מהמובאות מציינות שלמון סורי.

כאן המקום לציין שבספרות הבוטנית והבוטנית-ארכיאולוגית מובא שם של פטריה שכאילו חיה בגרגרי זון משכר והיא *Endoconidium temulentum* Prill. et Del. פטריה זו טפילה על גרגרי השיפון, חלק מקוריה מסתעפים ובקצותיהם, שמגיעים לפני השטח, נוצרים נבגים. יותר מאוחר היא נמצאה גם בגרגרי זון רב-שנתי והוגדרה כ-*Gloeotinia temulenta* (Wilson et al., 1953) השייכת למשפחת הקשיונות מקבוצת פטריות הדיסקוס. כאשר אכלו במחוז דורדון בצרפת בשנת 1890 לחם עשוי משיפון נגוע, עברה על אוכליו לאות חזקה עד כדי כך שלא יכלו לעבוד כלל. ההשפעה של הפטריה דומה לזו של זון משכר אבל חזקה ממנה (Prillieux, 1891). נראה שההשפעות הדומות של שתי הפטריות שמתבטאות בשם הלואי temulentum, ואי-ידיעה של שם הפטריה של הזון במשך זמן רב, הביא לשימוש בשם הפטריה של השיפון. אולי השוואה בין הפטריות תראה שזו שתוקפת זון משכר וזו של השיפון זון רב-שנתי שייכות למעשה למין אחד.

על זון משכר במקורות

הצמח היה בימי קדם מלווה כל כך קבוע של החיטה בכל שלבי גידולה והתקנתה לאכילה, עד שהיתה דעה שבמיוחד חיטה אבל גם שעורה ופשתן יכולים "להתקלקל" ולהפוך לזון משכר. דבר זה קורה אחרי גשמים חזקים, ובעיקר במחוזות לחים וגשומים - כך כותב תיאופרסטוס שחי במאה הג' לפנה"ס בתולדות הצמחים, אם כי הוא בעצמו מסתייג מהפיכה כזאת ממין למין (ע"י שם, 1, IV, 2, ובמיוחד 1, VII, 8 ו-3, VIII, 8). על ריבוי הזון המשכר בשנים או באזורים לחים כותבים גם Gerarde (1633) ואחרים.

כך גם בבראשית רבה כ"ח ח: "ר' עזריה בשם ר' יהודה: הכל קלקלו מעשיהם בדור המבול, הכלב עם הזאב, תרנגול עם הטווס, זהו שכתוב כי השחית כל בשר את דרכו על הארץ (בר' ו' י"ב). ר' לולני בר טיברי בשם ר' יצחק: אף הארץ זינתה, היו

זורעים בה חיטים והיא מוציאה זונים; הזונים הללו מדור המכול הם "השוה גם לירושלמי כלאים רפ"א וע"י ספרא, קדושים רפ"ז). נראה שמלבד מה שר' יצחק דורש את הפסוק כבר' ו' י"א: "ותשחת הארץ לפני האלוקים ותמלא הארץ חמס", הוא קושר לכאן את העובדה החקלאית שזון משכר מתרבה יותר בשנים גשומות. כמו כן ראויה לתשומת לב השקפתו של ר' יצחק שזון משכר לא היה במציאות מתחילת החקלאות אלא ליווה את החקלאות משלב מאוחר יותר. השקפה זו דומה מאוד להשקפתנו בעניין זה. יצירת הסביבה החדשה של גידולי התרבות כגון כוסמת או חיטה אפשרה את יצירת תכונותיו המיוחדות של זון משכר כגון חוסר פיזור הזרעים והגרגר הגדול במיוחד. אפשר שבסביבה לחה או בשנה גשומה, כאשר הזון מתפתח יפה ויוצר כמות גדולה של גרגרים, קלה יותר התפשטותו בשדות. גלנוס שחי במאה השניה לספירה מספר שאביו זרע חטים מכורות היטב מזון משכר, ואף על פי כן קיבל בשדה החיטה כמות גדולה שלו. מכאן הסיק שהחיטה אכן הופכת לזון משכר (De alimentorum facultibus Lib. sec.). לעומת זאת סבור בסיליוס הגדול שחי מאתיים שנה אחריו (Hexaëmeron, 5.5) שכל אחד מהצמחים הללו הוא מין בפני עצמו (Dittrich, 1959).

זון משכר בממצאים ארכיאולוגיים

זון משכר נפוץ למדי בחפירות ארכיאולוגיות במזרח הקרוב, אבל נדיר יותר באירופה. הממצאים הקדומים ביותר, כנראה, של זון משכר, הם גרגר אחד מפוחם בתוך דוגמת כוסמת מהתקופה הקדם-שושלתית מאל מעדי במצרים (Täckholm and Drar, 1941) וכן גרגרים אחדים מפוחמים שנמצאו יחד עם שרידי שעורה רב-טורית וצמחים אחרים בתוך אפר בכלי חרס מקבר מהשושלת השניה ב-El Ma'ara (Larsen, 1940).

כמות גדולה של שיבוליות, מוצים תחתונים וקטעי שדרה יבשים במצב השתמרות יוצא מן הכלל נמצאו בין שיבולים, שיבוליות וגרגרים של כוסמת ושעורה בצקארה מהשושלת השלישית. כאן נשמרו אפילו המלענים הדקים ואפשר לזהות על פיהם את הזן של הזון כ- L. temulentum var. macrochaeton A. Br. שמהווה כאן עשב רע עיקרי (Lauer et al. 1950; Täckholm and Drar, 1941). שיבוליות ומוצים תחתונים ממולענים בתוך דוגמת כוסמת נמצאו גם בצקארה מהשושלת הששית, ב-Kahun ובקבר מהשושלת הי"ב (Täckholm and Drar, 1941). זון משכר ממולען נמצא בין מוצים וגלומות של כוסמת בשני קברים באבו ציר מהממלכה התיכונה כ-2,000 שנה לפנה"ס. בגרגרים שהיו בתוך השיבוליות ונשתמרו במצב יבש, נמצאו קורי פטריה שזוהתה כאותה פטריה שקשורה גם היום לגרגרי הזון (Lindau, 1904).

גרגרים יבשים גדולים מאוד של זון משכר בלתי ממולען נמצאו בדיר אל מדינה מהשושלת הי"ח. גרגרים מפוחמים נמצאו בתבואה ב-Abu Ghalib מהממלכה התיכונה, בשעורה, בצאן אל חגר, ב-Tanis היוונית וקטעים של ציר השיכולת בגרגרי תבואה בכום אושים הרומית (Täckholm and Drar, 1491; Schieman, 1941). כל הממצאים הנ"ל הם ממצרים, בעיקר מאזור הדלתה.

בישראל נמצא זון משכר עד עתה בלכיש מתקופת הברונזה הקדומה ומתקופת הברזל המאוחרת (Helbaek, 1958). כך גם ביריחו (הראובני, תרצ"ט). אלפי גרגרים מפוחמים נמצאו בין גרגרי שעורה דו-טורית וכן בין גרגרי חיטה חשופה בדיר עלא בעבר הירדן מתקופת הברונזה המאוחרת ותחילת תקופת הברזל ועוד עשרות גרגרים מהמאות ה'-ז' לפנה"ס. גם כאן מהווה זון משכר עשב רע עיקרי, אם כי אינו עולה כרגיל על 2% מכמות התבואה בחישוב לפי מס' הגרגרים (van Zeist and Heeres, 1973).

כמות גדולה מאוד של זון בין גרגרי כוסמת נמצאה ב-Tell Soukas שבסוריה (Helbaek, 1962). בעירק מוזכר זון משכר בקב' דגני-בר קטני גרגר שנמצאו ב-Choga Mami בקרבת הגבול עם פרס מתקופת האבן החדשה עד הברונזה הקדומה, אולם אין מידע ברור על התקופה ועל הכמות (Helbaek, 1972). גרגרים אחדים של זון משכר נמצאו ב-Tell Bazmosian בקורדיסטן עם שעורה ועם כוסמת מ-1500-2000 לפנה"ס (Helbaek, 1963) וב-Nimrud מהמאה השביעית לפנה"ס עם חיטה, שעורה ועדשים (Helbaek, 1966a). כן נמצאה כמות רבה מאוד ב-Qantara מהתקופה האיטלאמית (Helbaek, 1960). בקפריסין זהו דפוסים של שני גרגרים מ-Kalopsidha במזרח האי מתקופת הברונזה (Helbaek, 1966b). באירופה נמצאו גרגרים מפוחמים ברומא בתקופת הברזל (Helbaek, 1956), ב-Ahlerstedt בגרמניה מתקופת הברזל המאוחרת, ב-Ostro בגרמניה מימי הביניים וב-Hostomits בצ'כיה מימי הביניים (Neuweiler, 1935). בפולניה ב-Biskupin וב-Kamieniec מתקופת הברזל, ב-Latkowo מהתקופה הרומית וב-Szczecin-Zamek, Gniezno, Lubon, Bonikowo מימי הביניים המוקדמים (Klichowska, 1972).

Heer (1866) מזכיר זון משכר בין השרידים של שוכני הכלונסאות בשוויץ מתקופת האבן החדשה, אבל לדעת Neuweiler (1905) שראה את החומר, הזיהוי איננו נכון.

ממצאי זון משכר בחפירות תל כיסן

הזון נמצא בדוגמה של חיטה מפוחמת, בנפח של 295 מ"ל, מתוך ממגורה (מס' 6110). הממגורה נחגלה ממש ביום האחרון של עונת החפירות 1976 בהנהלתם של J. Briend et J.B. Humbert בשוליים הצפוניים-מזרחיים של תל-כיסן, מהתקופה

הישראלית הקדומה. על פי מכלול הממצא הקראמי והסטרטיגרפיה נקבע שהממצא הוא מהמחצית השנייה של המאה ה"א לפנה"ס.

מר Humbert מסר לי שבזמן החפירה היה הפתח וכן השליש העליון של המגורה חסום בשברים ובחומר מפורר של לבנים שרופות. מכאן שהמגורה לא היתה מלאה בשעת החורבן. המגורה שהיתה מטוייחת היטב, צורתה כפעמון פחוס מצד אחד, מכיוון שנחפרה בסמוך לקיר חבוי בתוך התל מתקופת קדומה יותר (ראה ציור 1), עומקה 130 ס"מ, קוטרה המירבי 105 ס"מ ונפחה 545×15 ליטר. הפתח שקוטרו 50 ס"מ היה כנראה מכוסה בחלקו באבן שטוחה בצורת מלבן. השליש התחתון היה ממולא באדמה שהובאה כנראה פנימה ע"י מכרסמים. השליש האמצעי הכיל למעלה מ-100 ליטר של חיטה מפוחמת. ממרכז אוצר החיטה, ממקום נקי מתערובת של אדמה, נלקחה דוגמה של כ-500 מ"ל.

המגורה נחפרה ע"י המתיישבים בקרקעית של מחסן, כנראה מקורה, שהיה בנוי משני חדרים שקירותיהם היו עשויים לבנים: בחדר אחד (מס' 611) נמצאה המגורה ובחדר השני (מס' 610) נמצאו 17 קנקנים שלמים. על צידו הפנימי של שבר חרס של קנקן אחד (מס' 6452) נמצא דבוק שריד שלם למדי של שיבולת של כוסמת ללא הגרגרים.

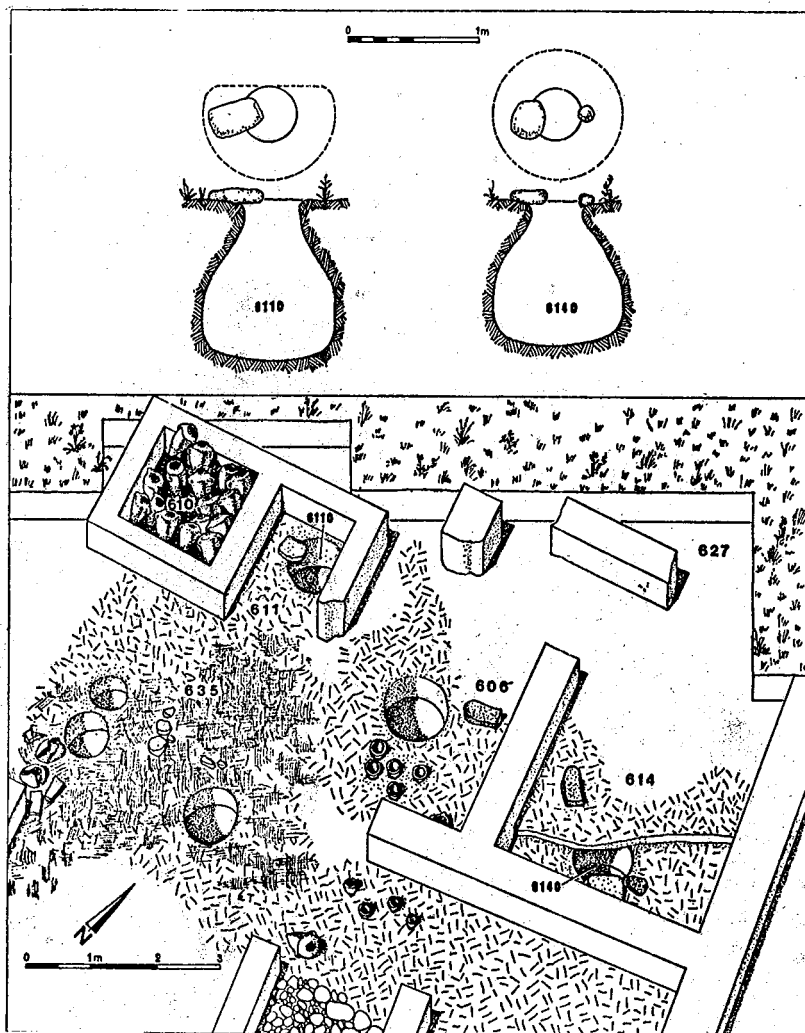
המחסן נמצא בתוך חצר (מס' 635) של מערכת מבנים. באחד החדרים (מס' 614) נמצאה מגורה נוספת ריקה (מס' 6140), בתוכנית דומה למגורה עם החיטה, ולידה אבן ריחיים שטוחה.

תל כיסן שוכנת כמעט במרכז עמק זבולון הפורה, קרוב יותר לגבעות של הגליל התחתון (ראה מפה בעמ' 34). העמק צורתו משולש שבסיסו במערב. הרצועה הקרובה לים ברוחב 1-2 ק"מ מכוסה בחוליות ובחולות נודדים שמגיעים לגובה של 10-20 מ' מעל פני הים. מזרחה יותר נמצא המישור האלוביאלי בגובה של 5 עד כ-50 מ'. מי הגשמים והמים הניגרים מההרים אינם מתנקזים בקלות. ויוצרים בחלק הצפוני-מערבי הסמוך לחולות אזור ביצתי.

בשני צדי המשולש גובל העמק בשיפולי הגבעות של הגליל התחתון המכוסה בחורש או בבתה ים-תיכונית. כמות הגשמים השנתית הממוצעת כ-600 מ"מ לשנה. האקלים הים-תיכוני והאדמה הכבדה מתאימים יפה לגידול חיטה בעונת החורף.

זון משכר נמצא בדוגמת החיטה של תל כיסן בכמות של כ-3/8 ממספר גרגריה. אמנם לפי משקל, בהנחה שכל הגרגרים איבדו באותה מידה ממשקלם בעת ההתפחמות, ייצוגם יותר קטן - כשביעית.

זון משכר מופיע בדוגמה בשתי צורות: האחת, יחידת תפוצה, היינו גרגר עטוי הכולל מפרק של ציר השיבולית, שני מוצים שחלקם העליון נקרע והוסר כנראה



ציור מס' 1

מערכת מבנים בשוליים הצפוניים-מזרחיים של תל כיסן, במרכז, תצר (635) ובה ממגורות אחדות. למעלה, מחסן ובו שני חדרים: בחדר 610 נמצאת המגורה שבה היתה החיטה: הפתח היה כנראה מכוסה בחלקו באבן שטוחה בצורת מלבן. בצד ימין, חדר מס' 624 ובו נמצאת ממגורה נוספת ריקה מס' 6410, בתוכנית דומה לממגורה עם החיטה, ולידה אבן ריחיים שטוחה. מעל לדיאגרמה, חתכי אורך ורוחב של ממגורות 6110 ו-6140.

בעת הדיש, ובחיק הגרגר, הפרק שנשא את הגרגר שמעליו (תמונות 1, 2 - ראה תמונות בשער קדמי פנימי). הפרק כרגיל נשאר שלם ומקום הניתוק ברור, דבר שמעיד על רקמת ניתוק מפותחת במפרקי ציר השיבולית (תמונה 3 - שער אחורי פנימי). הצורה השניה - גרגר ערום (תמונה 4 - שער אחורי פנימי). רוב רובם של הגרגרים נמצאו ערומים, אבל כנראה שאצל חלק גדול מהם נשרה העטיפה בטלטולים מאתר החפירה עד למעבדה ובעת הבדיקה עצמה. עובדת היותם של הגרגרים ערומים מסבירה במידת מה את משקלם הקטן יחסית לחיטה.

בכל הגרגרים שנמדדו השתמר העובר בשלמותו (טבלה 1). גרגרי זון משכר דומים מאוד במימדיהם ובמיוחד במימד האורך שלהם לאלה של החיטה. הדמיון בולט כאשר משווים את הגרגרים העטויים של הזון עם הגרגרים החשופים של החיטה.

טבלה 1: מידות של גרגרי זון. משכר מתל כיסן

(N - מספר הגרגרים שנמדדו; L - אורך; B - רוחב; T - עובי)

גרגרים עטויים (N=46):

<u>T/B×100</u>	<u>L/B×100</u>	<u>עובי</u>	<u>רוחב</u>	<u>אורך</u>	
58	179	1.2	1.5	3.5	מינימום
<u>78+2</u>	<u>240+7</u>	<u>1.46+.04</u>	<u>1.90+.05</u>	<u>4.53+.12</u>	ממוצע
105	295	1.7	2.3	5.5	מכסימום

גרגרים ערומים (N=100):

<u>T/B</u>	<u>L/B</u>	<u>עובי</u>	<u>רוחב</u>	<u>אורך</u>	
56	178	1.0	1.4	3.0	מינימום
<u>70+1</u>	<u>215+4</u>	<u>1.28+.02</u>	<u>1.89+.03</u>	<u>3.99+.07</u>	ממוצע
83	265	1.5	2.2	4.9	מכסימום

הערך שמובא מימין לממוצע התקבל ע"י החישוב \sqrt{N} / סטיית התקן $\times 1.96$, כאשר N הוא גודל המדגם. התחום שבין המספר שמתקבל ע"י חיבור הממוצע עם הערך הזה לבין ההפרש ביניהם נקרא רווח בר-סמך. מבחינה סטטיסטית יש בטחון של 95% (היינו P=0.05) שהממוצע של אוכלוסיית הזרעים שממנה נלקח המדגם שנמדד נמצא בתוך הרווח הזה.

בגלל העדר המלענים אי-אפשר לקבוע לאיזה זן שייכת הדוגמה. אבל אפשר לאפיין אותה ע"י נתונים נוספים. כדי ללמוד את הערך הדיאגנוסטי של התכונות המורפולוגיות של הגרגרים נבדקו 100 גרגרים משה צמחים (בטבלה 4 - 99 גרגרים משבעה צמחים) שגדלו בשדות תבואה באזורים שונים בישראל (1. חורה בשומרון, 2-4. בית-סירא

בשפלה, 5-7. זהרניה בהרי יהודה.

במידת אורך הגרגר העטוי הוסרו קצות המוצים כדי לדמותו לגרגר אחרי הדיש. אותם גרגרים נמדדו גם אחרי הסרת המוצים. מלבד הממוצע הכללי מיוצגים גם הממוצע הקטן ביותר והגדול ביותר לכל צמח. ההפרש במימדים חושב כתוספת של העטיפות למימדי הגרגר החשוף (טבלה 2).

טבלה 2: מידות של 100 גרגרי זון משכר רצנטי משה צמחים בישראל

<u>גרגרים עטוים</u>				
<u>T/B</u>	<u>L/B</u>	<u>עובי</u>	<u>רוחב</u>	<u>אורך</u>
55	157	1.6	2.1	4.7
71	207	1.8	2.5	5.6
73+1	222+3	1.92+.03	2.64+.04	5.85+.08
76	233	2.1	2.8	6.1
83	250	2.2	3.0	6.6
<u>גרגרים מקולפים</u>				
55	182	1.2	1.8	4.4
64	206	1.6	2.4	5.2
68+1	215+3	1.68+.03	2.48+.04	5.33+.06
71	223	1.8	2.6	5.5
86	267	2.0	2.9	5.9

תוספת העטיפות למידות הגרגרים המקולפים (באחוזים)

3.5	1.0	9.1	5.2	7.0
7.54	3.07	14.41	6.37	9.80
14.5	5.0	21.9	8.3	11.6

מטבלה 2 מתברר שתוספת העטיפות לגרגר המקולף אינה שווה בממדים השונים. באורך מוגדל הגרגר בעיקר ע"י מצעית הפרח הנושאת את המוצים. ברוחב ההגדלה היא הקטנה ביותר, ע"י עובי המוצים; ובעובי, הגרגר מוגדל ביותר בעיקר ע"י שני הקיינים הכולטים שיוצרים העורקים הראשיים של המוץ העליון. בגלל ההבדל הקטן בין התוספות בממד האורך והרוחב נשאר דומה היחס L/B.

ההפרש בין הגרגרים הערומים והעטויים מתל כיסן (טבלה 1) דומה להפרש ברצנטיים רק באורך. בממדי הרוחב והעובי ממדי הגרגרים העטויים אפילו יותר קטנים מאשר

הערומים ולכן נראה שהם שייכים, לפחות בחלקם, לצמחים אחרים שהמוצים אצלם דבוקים חזק יותר לגרגר.

השוואה בין הגרגרים מתל כיסן (טבלה 1) לרצנטיים (טבלה 2) מראה שהראשונים הרבה יותר קצרים וצרים. לעומת זאת עוביים יותר גדול, יחסית, ויתכן שהסיבה לכך היא התנפחות הגרגר בזמן ההתפחמות. קרוב לוודאי שההתפחמות אחראית גם לחלק מסויים מההבדל בשאר הממדים.

נוסף לכך נמדדו רוחב בסיס הפרח מעל מקום ההתפרקות וכן אורך עוקץ הפרח ורוחבו במפרק שבקצהו העליון. נוסף לנתונים הרגילים הובאו הממוצעים המינימליים והמכסימליים לצמח (טבלה 3). כן הובאו נתונים לגבי שלושת הפרחים התחתונים לפי סדרם בשיבולית (טבלה 4).

טבלה 3: מידות של בסיס הפרח ועוקץ הפרח של זון משכר מ-6 צמחים מישראל

(100 = N) (Bas = בסיס הפרח)

B/Bas	L/B	רוחב	אורך	Bas	
43	147	0.4	1.2	0.9	מינימום
54	286	0.6	1.6	1.0	מוצע מינימלי
56+2	306+11	0.63+0.02	1.90+0.08	1.13+0.02	מוצע
62	371	0.7	2.4	1.2	מוצע מכסימלי
81	465	0.9	3.2	1.3	מכסימום

טבלה 4: מידות ממוצעות של בסיס הפרח ועוקץ הפרח של זון משכר מ-7 צמחים

מישראל לפי סדרם בשיבולית מלמטה למעלה (33 שיבוליות)

B/Bas	L/B	רוחב	אורך	Bas	
66	338	0.72	2.43	1.10	פרח I
54	294	0.65	1.91	1.20	פרח II
52	303	0.59	1.79	1.14	פרח III

מטבלאות 3 ו-4 אפשר להסיק את המסקנות הבאות:

1. רוחב בסיס הפרח איננו משתנה כמעט מצמח לצמח או בגלל מיקומו בשיבולית.
2. אורך עוקץ הפרח איננו אחיד והוא קטן עם העליה במספר הפרח בשיבולית, בעיקר מהפרח הראשון לשני.
3. רוחב עוקץ הפרח אחיד למדי בין הצמחים, אבל הוא קטן בתוך הצמח עם העליה

במספר הפרח בשיבולית.

4. היחס בין אורך העוקץ לרוחב העוקץ אחיד למדי בין פרחי השיבולית אבל שונה מצמח לצמח.

5. היחס בין רוחב העוקץ לרוחב בסיס הפרח אחיד למדי בין הצמחים, אם כי הוא קטן עם העליה במספר הפרח בשיבולית והוא תלוי יותר ברוחב בסיס הפרח שמעליו.

לכן נראה שבייצוג נתונים ובהשוואתם כדאי להוסיף, אם אפשר, לפחות נתונים על רוחב עוקץ הפרח, רוחב בסיס הפרח והיחס ביניהם.

בדוגמא מתל כיסן אפשר היה למדוד ב-33 גרגרים את הנתונים הללו (טבלה 5).

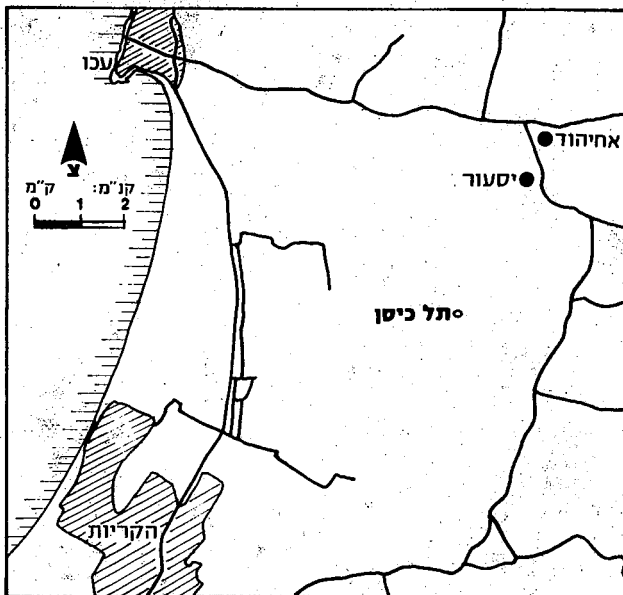
טבלה 5: מידות של בסיס הפרח ועוקץ הפרח של זון משכר מתל כיסן (N = 33)

B/Bas	L/B	רוחב	אורך	Bas	
40	262	0.3	1.2	0.6	מינימום
60+4	350+22	0.46+.03	1.60+.10	0.78+.03	ממוצע
89	495	0.7	2.4	0.9	מכסימום

הנתונים שמביא Helbaek (1966b) על עוקץ הפרח של דפוס של גרגר עטוי אחד של זון משכר מ-Kalopsidha - 0.67×1.75 מ"מ, גדולים מהנתונים המובאים מתל כיסן.

השוואה בין הנתונים מתל כיסן (טבלה 5) לרצנטיים (טבלה 3) מראה שעיקר ההגדלה היתה בבסיס הפרח וברוחב עוקץ הפרח, באותה מידה. לעומת זאת אורך עוקץ הפרח

גדל רק במעט.



מפת אזור תל כיסן

גלגולי הזון המשכר והתפתחותו האבולוציונית

מהידיעות המקוטעות שבידינו אפשר להרכיב את התמונה הבאה על הולדתו וגלגוליו של הזון המשכר. התמונה היא בקווים כלליים בלבד, וכאשר יצטברו נתונים נוספים אפשר יהיה בודאי לשפר את התמונה בפרטים רבים.

מתקופת הברונזה הקדומה ואילך היה הזון המשכר עשב רע נפוץ למדי בתבואות החורף הקדומות של המזרח הקרוב כגון כוסמת ושעורה. תאריך כניסתו לשדות היה כנראה בתקופה מוקדמת יותר. יותר מאוחר, עם התפשטות שדות החיטה החשופה, כנראה בתקופת הברונזה המאוחרת, עבר הזון גם אליה. בתקופת הברזל נדד הזון המשכר מהמזרח הקרוב לאירופה, כנראה דרך הארצות הגובלות בים התיכון, אבל גם בימי הביניים לא היה נפוץ עדיין באירופה.

אין הכרח להניח שכל התכונות המיוחדות לזון המשכר התפתחו בבת אחת. ייתכן שקודם כל הצמח גבה והגרורים התעכו, בעוד שציר השיבולת נשאר עם נטיה להשתברות בדומה למינים האחרים ועדיין לא התפתחה רקמת הניתוק בין הפרחים של השיבולית. נראה שמבנה כזה הוא בעל יתרון כעשב רע בתוך שדה כוסמת שבזמן הדיש מתפרקת לשיבוליות. כך גם הזון התפרק לשיבוליות שדומות למדי לשיבוליות הנדושות של הכוסמת או לגרגרי השעורה העטויים. רק בשלב מאוחר יותר, עם כניסת גידול החיטה החשופה שאיבדה את תכונת ההתפרקות של ציר השיבולת, איבד גם הזון תכונה זו ורכש את תכונת ההתפרקות של ציר השיבולית. החיטה קטנת הגרגר כגון זו של תל כיסן היוותה שלב ביניים במעבר לחיטה בעלת גרגר יותר גדול, יחד עם הגדלת גרגר החיטה במשך התקופות גדל גם הגרגר העטוי של הזון (השווה טבלה 1 לטבלה 2).

למרות ריבוי העבודות על זון משכר אין יודעים מהי מולדתו, אם כי ייתכן שאפשר עדיין למצוא אותו באחת מארצות המזרח הקרוב כעשב בר בבית-גידולו הראשוני. גם תאריך כניסתו לשדות התרבות איננו ידוע, האם קרה הדבר בתקופת האבן החדשה, עם ראשית החקלאות או בשלב יותר מאוחר כגון בתקופה הכלכליתית. נוסף לכך איננו יודעים את תאריך היווצרות הקשר בין הזון לפטריה.

אם אמנם יש לזון תכונות מרעילות הקשורות בפטריה, אפשר להניח שהתושבים קיבלו את התכונה המרעילה שלו כגזרה, ובמידה שלא הצליחו להיפטר ממנו, אכלו לחם מעורב בזון, למרות הידיעה שהוא מזיק לאוכליו במידה מסויימת. Hopf (1978) מעלה את האפשרות שהזון לא היה רעיל בתקופות קדומות או שהתושבים פיתחו חסינות כנגדו.

ביבליוגרפיה

הראובני, א., והראובני, ח., הזונין למיניהם בתלמוד ובפלנטלור
של המזרח הקרוב. תרביץ, כרך י', ירושלים, תרצ"ט, עמ' 172-189.

- Agostini, A., L'*Alternaria lolii-temulentii* sp. n. e la sua presenza nelle
cariosidi di *Lolium temulentum* L., Atti Acad. Fisiocr. Siena, Ser. 10,
1, Siena, 1926, pp. 199-204.
- Dittrich, M., Getreideumwandlungen und Artproblem, Jena, 1959.
- Gerarde, J., The Herbal. ed. Johnson, T. London, 1633.
- Guérin, P., Sur la présence d'un champignon dans l'ivrai, J. Bot., Paris
1898, 12, pp. 230-238.
- Heer, O., Die Pflanzen der Pfahlbauten, NeujBl. naturf. Ges. Zürich. 68,
Zürich, 1866, trans. J.E. Lee, Treatise on the plants of the lake
dwellings. in: Keller, F., The Lake Dwellings of Switzerland and Other
Parts of Europe, 2nd.ed. London, 1878, pp. 518-536.
- Helbaek, H., Vegetables in the funeral meals of pre-urban Rome. in:
Gjerstad, E., Early Rome II, Acta Inst. Romani Regni Sueciae, Ser. in 4°
17(2), Lund, 1956, pp. 287-294.
- Helbaek, H., Plant economy in ancient Lachish, appendix A in: Tufnell, O.,
Lachish IV, London etc., 1958, pp. 309-317.
- Helbaek, H., Preliminary identifications in the Qantara deposit (A.D.c.900),
appendix III, in: Jacobsen, T., Report on Essential Results of the Diala
Basin Archaeological Project 1957-1958, Baghdad, 1960, pp. 10-19.
- Helbaek, H., Les grains carbonisés de la 48 ème couche des fouilles de Tell
Soukas, Ann. Archéol. Syrie, 11/12, Damas, 1962, pp. 185-186.
- Helbaek, H., Isin Larsan and Horian food remains at Tell Bazmosian in the
Dokan valley, Sumer, 19, Baghdad, 1963, pp. 27-35.
- Helbaek, H., The plant remains from Nimrud. in: M.E.L. Mallowan, Nimrud and
its Remains II, London, 1966a, pp. 613-620.
- Helbaek, H., What farming produced at Cypriote Kalopsidha. in: P. Åström et
al., Excavations at Kalopsidha and Ayios Iakovos in Cyprus, Stud. Medit.
Archaeol., 2, Lund, 1966b, pp. 115-126.

- Helbaek, H., Samarran irrigation agriculture at Choga Mami in Iraq. Iraq, 34, London, 1972, pp. 35-48.
- Hofmeister, F., Die wirksamen Bestandtheile des Taumellolchs, Arch. exp. Path. Pharmac. 30, Leipzig, 1892, pp. 202-230.
- Hopf, M., Plant remains, strata V-I, in: R. Amiran, Early Arad. Jerusalem, 1978, pp. 64-82.
- Katz, I., Contribution à l'étude de l'ivraie enivrante, Lolium temulentum L., Phytopath. Z. 15, Berlin, 1949, pp. 495-534.
- Klichowska, M., Vascular plants in archaeological excavations of north western Poland from the Neolithic to the early Middle Ages, Poznanskie Tow. Przyjaciół Nauk, Wydz. Mat. Przyr. Pr. Komisji Biol., 35 (2), Poznan, 1972, pp. 1-74 (Polish with English summary).
- Larsen, H., Tomb six at Maassara, an Egyptian second dynasty tomb, Acta Archaeol., 11, Kobenhavn, 1940, pp. 103-124.
- Lauer, J.P., Laurent Täckholm, V. et Åberg, E., Les découvertes dans les souterrains de l'enceinte du roi Zoser à Saqqarah. Bull. Inst. Égypte, 32, Le Caire, pp. 121-157.
- Lindau, G., Über das Vorkommen des pilzes Taumellolchs in altägyptischen Samen, Sber. Preuss. Akad. Wiss., 92, Berlin, 1904. pp. 1031-1036.
- Maire, R., et Werner, R.G., Fungi Marocani, Rabat, 1938.
- Neuweiler, E., Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweizerischen Funde, Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 50, Zürich, 1905. pp. 23-134.
- Neuweiler, E., Nachträge urgeschichtlicher Pflanzen, Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 80, Zürich, 1935, pp. 98-122.
- Prillieux, M.E., Le siegle envirant, Bull. Soc. bot. Fr., 13, Paris, 1891, pp. 205-208.
- Schiemann, E., Die Körnerfunde aus Abu Ghalib, Anhang. in: Larsen, H., Vorbericht über die sewdischen Grabungen in Abu Ghalib 1936-1937, Mitt. dt. Inst. Ägypt. Altertumskunde Kairo, 10(1), Berlin, 1941.

- Sontheimer, J., Grosse Zusammenstellung über die Kräfte der bekannten Einfachen Heil- und Nahrungsmittel von Ebn Baithar, Stuttgart, 1840, 1, S. 548; 2, S. 115 f.
- Täckholm, V., Täckholm G. and Drar, M., Flora of Egypt, 1, Cairo, 1941, pp. 308-311.
- Wilson, M., Noble, M., and Gray, E., Gloeotinia - a new genus of the Sclerotiniaceae, Trans. Brit. Mycol. Soc., 36, London, 1953. pp. 29-32.
- van Zeist, W., and Heeres, J.A.H., Palaeobotanical studies of Deir 'Alla, Jordan Paléorient, 1, Paris, 1973, pp. 21-37.

הפצת זרעים בזרמי מים

מיכה לבנה

צמחים מפיצים את זרעיהם למרחקים שונים מצמח האם. יחידות התפוצה הן לעתים זרע בודד בלבד, לעתים הן כוללות גם אברים נוספים. את אופיין של ידיעותינו על הפצת זרעים בטבע אפשר לתאר כמוגבלות בדרך כלל לשלב הראשון ולשלב האחרון של תהליך ההפצה, ואילו לגבי השלבים האמצעיים חסר לנו מידע ממקור ראשון. כוונתי לומר בזאת כי אנו מסתכלים ביחידת התפוצה ומסוגלים לנחש לעתים קרובות על סמך תכונותיה שהיא מותאמת להפצה ברוח, או באמצעות בעלי-חיים או בכוח עצמה וכיו"ב - זה השלב הראשון. השלב האחרון הוא התוצאה: אנו רואים את אוכלוסיות הצמחים פרוסות בשטח בדגם פריסה זה או אחר, וברור לנו שכל מקום שגדל בו צמח - סימן שהגיע לשם זרע.

אולם חסר לנו מידע לגבי שלבי-הביניים: איננו יודעים הרבה על דרכם הממשית של הזרעים מצמח האם אל מקומם הסופי; על דגם הפריסה של זרעיו של צמח-אם אחד; על המרחק המכסימלי, הממוצע, השכיח וכו' שעובר זרע בתנאים מסויימים. במקרים רבים איננו יודעים אפילו אם שיטת ההפצה שאנחנו מניחים לזרע על סמך הצורה של יחידת התפוצה, היא אכן שיטת ההפצה העיקרית והחשובה ביותר של זרעי הצמח. עומדות בפנינו שתי אפשרויות לנסות ולהשלים את המידע החסר אודות שלבי-הביניים הנ"ל: הדרך האחת היא עריכת מעקב בשדה אחרי מסלול תפוצתה של כל אחת מיחידות התפוצה של פרט מסויים. רצוי כמובן לבדוק פרטים רבים, ולדעת מאיזה פרט הגיע כל אחד מן הזרעים באוכלוסיה. וטוב במיוחד יהיה אם נצליח לגלות אף כמה זרעים מכל אחד מצמחי-האם האם אכן הצליחו לנבוט ולגדול ולעשות זרעים. האם פיזור צמחי הבת לפי צמחי האם הוא אקראי, או שיש טייה מהפיזור האקראי?

* מיכה לבנה הוא חבר קיבוץ מעיין ברוך, עורך הפרסומים של החברה להגנת הטבע, ומדריך בכיר בבית ספר שדה-חרמון.

עריכת מעקב כזה קשה מאוד לבצוע. לכן ננסה דרך הרבה פחות טובה, אבל קלה יותר, ומאלפת ומועילה גם היא. זאת היא דרך הניתוח ההגיוני על סמך הנחות יסוד מסוימות, היינו בניית דגם המנסה לחקות את הנעשה במציאות. לצורך זה נבחר תחילה מקרה פשוט ביותר, ונבחן אצלו את דרך הפצת הזרעים ברמה של אוכלוסיה. אחר כך נראה מה עשוי להיות שונה במקרים פחות פשוטים, או מה התנאים לכך שיתקבלו תוצאות אחרות, או אילו הנחות יסוד עלינו לשנות לשם כך.

נניח שאנו עוסקים באוכלוסיה יציבה של מין חד-שנתי. גודל האוכלוסיה אינו משתנה מדור לדור, וגם דגם פריסתה בשטח וגבולות תפוצתה אינם משתנים. משמע שמכל צמח, אם יצליח במוצע זרע אחד להקים דור חדש, ובשכל מקום שגדל צמח אם ישוב ויגדל צמח בת.

אילו אכן היתה זו מערכת יציבה לחלוטין, די היה בכך שכל צמח יפיל את זרעיו סביבו, ולא היה כל צורך במנגנונים להפצת זרעים. מדוע, אם כן, נזקקים בכל זאת רוב הצמחים למנגנונים כאלה, תכופות מסובכים ומתוחכמים ויעילים ביותר? כדי לספק הסבר אפשרי לכך נערוך שינוי קטן בהנחות שלנו: אמנם האוכלוסיה יציבה במבט רב-שנתי, אך מדי פעם יש תנודות בשנה מסוימת. לפעמים מושמדים, אם באקראי ואם על-ידי גורם חיצוני, כל הצמחים בחלק מסויים של תחום התפוצה. לצרכי המודל - הבה נחלק את תחום התפוצה ל-100 חלקים, ונניח שפעם ב-5 שנים מושמדים כל הצמחים ב-10 חלקים מתוך ה-100. החלקים שצמחייהם מושמדים מפוזרים באקראי בשטח ובזמן.

כדי שהאוכלוסיה תגלה, במבט רב-שנתי, גמישות מספקת על מנת לשוב ליציבותה הקודמת אחרי ארועים כאלה - דרושה תפוצת זרעים. בהנחה שהגודל והתפרוסת הקבועים של האוכלוסיה, ואולי גם גבולות תפוצתה, מבטאים את שווי-המשקל היציב בין תכונות המין לבין תנאי הסביבה ומשאביה, הרי דרוש פיזור הזרעים על מנת לשוב לשינוי משקל זה אחרי כל הפרה זמנית שלו, והפרות כאלה הן מתרחשות כל הזמן.

עד כמה שידוע לנו, הרי אין הפצת הזרעים מהווה בעיה לגבי רוב אוכלוסיות הצמחים בארץ, לפחות לגבי המינים החד-שנתיים. במילים אחרות - אספקת הזרעים איננה בדרך כלל "הגורם שבמינימום", צואר הבקבוק של גידול האוכלוסיה. גודל האוכלוסיה, תפרוסתה ותפוצתה מוגבלים על-ידי גורמים אקולוגיים כאקלים, קרקע, בתי-גידול מתאימים, ובעיקר - תחרות מצד צמחים אחרים. מלאי זרעים מפוזר כנראה על פני שטחים נרחבים, ואם צמח חד-שנתי ממין מסויים איננו גדל במקום פלונני - אין להסביר זאת בדרך כלל בחוסר זרעים, אלא בתנאים שאינם מאפשרים לזרעים נביטה והתבססות. יש ודאי יוצאים מן הכלל מבחינה זאת, ומעניין ביותר יהיה לעקוב אחריהם, אבל לגבי רוב המינים החד-שנתיים בארץ אין הבעיות של אספקת זרעים והפצתם מהוות גורם המגביל את האוכלוסיות לאורך זמן. יש להדגיש כאן, שכל זה

נכון כל עוד מדובר במרחק של קילומטרים אחדים משולי תחום התפוצה של האו
אין הדברים נכונים כשמדובר במרחקים של מאות או אלפי קילומטרים. אין ספ
באמריקה ובאוסטרליה, למשל, מינים רבים שהיו יכולים לבסס אוכלוסיות בארץ
חוטר אספקת זרעים מונע זאת. אך מסופקני אם יש מין הגדל בתל-אביב ויכול היה
לגדול גם בירושלים, ורק מפני שאין זרעיו מגיעים לירושלים אין הוא גדל שם.

נשוב עתה אל פרט מסויים משלב א'. כזכור, קראתי בשם שלב א' לאמצעי ההפצה של
יחידת התפוצה, כפי שאנו מסיקים על סמך הסתכלות במורפולוגיה של יחידת התפוצה.
לפעמים קשה לנו להבין מתוך הסתכלות כזאת מהו אמצעי ההפצה. ואז עולה מדי פעם
ניחוש (ר' למשל: אבי שמידע וסטפן אלנר (1981), מדוע אין צמחי המדבר מפיצים
לכאורה את זרעיהם למרחוק - טבע וארץ כ"ד, 22-26), שמה מופצים הזרעים בזרמי-
מים - לא רק בנהרות, אלא אף בזרימה הפזורה של מי-הגשם על גבי מדרונות, לפני
שנאספים המים אף לערוץ מסדר ראשון. רעיון זה נראה לי מופרך לחלוטין. מדוע?
כי כיוונם של זרמי-מים הוא חד-סטרי. הבה נבחן זאת לאור ההנחות שהנחנו לעיל.

אין אנו עוסקים עתה בשאלה (המעניינת וחשובה כשלעצמה) איך הגיעה האוכלוסיה
לרחבי תחום התפוצה שהיא פרוסה בו כיום. אוכלוסיה נתונה מגלה, במבט רב-שנתי,
יציבות רבה. אילו היתה יציבות זו מוחלטת כל שנה - לא היה, כאמור, כל צורך
בהפצת זרעים. את הצורך בהפצת זרעים נבין אם נזכור שמדי פעם מושמדת האוכלוסיה
בחלק כלשהו מתחום תפוצתה, וההפצה היא המאפשרת שיקום שווי המשקל ויחידוש
האוכלוסיה בחלק זה.

אוכלוסיה שאמצעי ההפצה היחידי שלה הוא במורד זרמי-מים - לא תוכל להתחדש
בחלק העליון שלה, הסמוך לפרשת המים, או בראש גבעה. לעומת זאת תפעיל אוכלוסיה
זאת לחץ לפלוש במורד מערכת הניקוז. על כן "תזחל" האוכלוסיה במשך השנים
מראשי הגבעות שבשטח אל הערוצים, ומפרשת המים בכיוון אל הים. יתכן שחזית
ההתקדמות של האוכלוסיה לא תצליח להרחיב את תחום תפוצתה למרות הלחץ החזק,
בגלל תנאים בלתי מתאימים למין במורד מערכת הניקוז. אולם חזית הנסיגה ממעלה
הזרימה תביא ללא ספק לצמצום מתמיד של תחום התפוצה מכיוון זה.

תאמרו: אכן, ברור שלא יתכן כי הפצה בזרמי-מים תהיה אמצעי ההפצה ה י ח י ד.
אבל אולי הוא עשוי לשמש באוכלוסיות מסוימות כאמצעי ה ע י ק ר י, אם כי לא
היחיד? האמצעים האחרים, יהיו אשר יהיו, הם המאפשרים לשקם את שיווי המשקל
ולחדש את האוכלוסיה בראשי הגבעות אחרי פגיעה אקראית-מחזורית בה; אבל אל
החלקים הנמוכים יותר של תחום התפוצה מופצים הזרעים מן החלקים הרמים באמצעות
זרמי-מים.

אבל אם אמצעים אחרים אלה טובים ויעילים דיים על מנת להפיץ זרעים אל מרומי הגבעות - מדוע נזקקים אנו להסבר של הפצה בזרמי-מים בכיוון מטה?

מתי כן יהיה טעם בהסבר כזה? רק במקרה אחד: אם יש אמצעי הפצה שהוא יעיל במעלה הגבעה, היינו כלפי מעלה, ואינו יעיל במורד הגבעה - רק אז יש טעם להזדקק להפצה בזרמי-מים, כאמצעי משלים לאמצעי האלמוני הנ"ל. כל עוד לא הוצע אמצעי כזה - אני מטיל ספק בחשיבותה של הפצת זרעים בזרמי-מים.

אינני בא לטעון שזרעים אינם מוטעים במים. אני טוען רק שאין בכך כל תועלת לאוכלוסיה. הזרעים המוטעים במים אינם תורמים דבר ליציבות האוכלוסיה, לגידולה, לחידושה או לשמירתה בשיווי-משקל. הם זרעים מכוזבזים. הפצה כזאת עשויה לתרום תרומה כלשהי לקיומה של אוכלוסיה רק במקרים מיוחדים, אם בכלל, וגם אז תהא תרומתה חלקית בלבד.

* * *

מערכת 'רתם' מזמינה את הקוראים להגיב על הרעיונות המובעים במאמר זה.

דגם התפוצה של מלוח קיפח בקו החוף של ארץ ישראל

יעקב שקולניק

מ ב א

המלוח הקיפח (*Atriplex halimus*) שייך למשפ' הסלקיים (Chenopodiaceae). הוא אחד מכ-120 מינים של הסוג הנפוצים במדבריות, מלחות ומעזבות, באזורים החמים והממוזגים של העולם החדש והישן. אוסטרליה היא אחד המרכזים הגדולים של הסוג (4). למלוח מנגנון מיוחד להפטרות מעודפי מלח. יש לו בעלים תאי שלפוחיות אפידרמליים אשר מסוגלים לצבור מלח. ריכוז היונים בתאי השלפוחית גבוה משאר רקמות העלה וישנה הוכחה שהצטברות מלח מרקמות העלה לתאי השלפוחיות מונעת מליחות של רקמות פוטוסינתטיות (5). (הדבר נבדק ב-*A. spongiosa* וכפי הנראה נכון גם במלוח הקיפח ובעוד הרבה מינים של הסוג).

תאור המין ותפוצתו בארץ

המלוח הקיפח הוא שיח מסועף היכול להגיע לגובה של מטר אחד או שניים. העלים מכסיפים, תמימים, מעויינים עד משולשים ויכולים להגיע עד לאורך של 5 ס"מ בערך. הפרחים חד-מיניים קטנים. הפרי-שקיק החבול בין שני חפים. הפריחה חלה בקיץ והזרעים מכשילים בראשית החורף.

* יעקב שקולניק הוא מדריך בכי"ס שדה שורק ותלמיד לתואר מוסמך במחלקה לבוטניקה באוניברסיטה העברית בירושלים. עוסק בצומח והצמחיה של מישור החוף הדרומי.

הצמח מצוי במקומות מתמלחים באזורים היובשניים של הארץ, בערוצים במדבר, שולי מקומות לחים בעמק הירדן ובערבה, ובמישור החוף. את המלוח הקיפח ניסו לגדל כצמח מרעה, ושרידי הנסיונות האלה מצויים במקומות שונים בארץ. כך אפשר למצוא למשל אוכלוסיה גדולה של מלוח קיפח ליד להב. כמו כן נוהגים לשתול את הצמח בצידי דרכים, למשל על הכביש המהיר ירושלים - ת"א.

תפוצתו של המלוח הקיפח בקו החוף שלנו היא המעניינת אותנו כעת. מסוירים לאורך החוף התברר לנו שיש לצמח דגם תפוצה מעניין באזור זה. ישנן אוכלוסיות לא גדולות בד"כ, הקיימות באופן נקודתי באתרים מסוימים, וביניהם אין הצמח מופיע כלל. האתרים בהם נמצא המלוח הקיפח בקו החוף (מדרום לצפון): אשקלון, אשדוד ים, יבנה ים, יפו, אפולוניה, קיסריה, דור, איל דור, שקמונה (נמסר ע"י חוה להב), אכזיב (נמסר ע"י מדריכי בי"ס שדה אכזיב). המכנה המשותף של אתרים אלה הוא ברור: כולם שימשו בעבר כערי נמל (ראה מפה). הצמח מופיע חשוף בצורה ישירה לרסס מי-ים, אך גם במקומות המוגנים מפני רסס ישר. לפנינו, איפוא, צמח בעל אופי רודרלי, המותאם לתנאי רסס מי-ים. (ראה מפה בעמ' 47)

עתה לא נותר לנו אלא לנסות להסביר דגם תפוצה מוזר זה, אך לפני כן ננסה להזכיר לעצמנו אפשרויות שימוש בצמח הידועות מהספרות. יתכן שמידע בנושא זה עשוי לעזור (או כמובן לבלבל...)

שימושים בצמח

1. צמח מאכל - בתנ"ך מוזכר המלוח כצמח מאכל. "הקוטפים מלוח עלי שיח ושורש רתמים לחמם" (3). הדעה הרווחת שהכוונה כאן היא למלוח הקיפח.
2. צמח משוכות - דיוסקורידס היווני כותב כי ביוון המלוח הקיפח שימש כצמח משוכות (2). גם כיום אפשר לראות בשדות הקרובים לים באזור עזה תופעה כזו. יתכן שהצמח נמצא מתאים להגנה מסוימת מפני הרסס המלוח של מי-ים.
3. צמח מספוא - שימוש זה הוזכר כבר קודם.
4. תעשיית הסבון - באפר של המלוח הקיפח השתמשו בתעשיית הסבון (4).
5. נוי - כיום נשתל המלוח הקיפח כצמח נוי, או כצמח של צידי דרכים.

השערות בדבר דגם התפוצה

במישור החוף המלוח הקיפח נמצא במקומות מתמלחים (שולי נחל תנינים) וכן מראה אופי רודרלי (תלים עתיקים). זה מזכיר במידת-מה צמחים סגטליים או רודרליים נוספים, שבית-גידולם הראשוני הוא כפי הנראה שולי-מלחות במדבר: הגה מצוי (*Alhagi maurorum*), זנבון השדה (*Prosopis farcata*), יבלית מצויה (*Cynodon dactylon*). אפשרות סבירה היא שהמלוח הגיע למקומות ישוב באופן טבעי, ונשאר שם בזכות התאמתו לשילוב של התנאים הרודרליים ותנאי רסס מי-הים. אפשרות אחרת היא שהמלוח נשתל ע"י בני-אדם כדי לשמש כצמח מאכל או מספוא. באזור החולות של מישור החוף הצמחיה דלה יחסית, וכל תוספת מזון היא חשובה. לקטגוריה זו של השתילה ע"י בני-אדם אפשר כמובן להוסיף את הנושא של שימוש במלוח כצמח תעשייה.

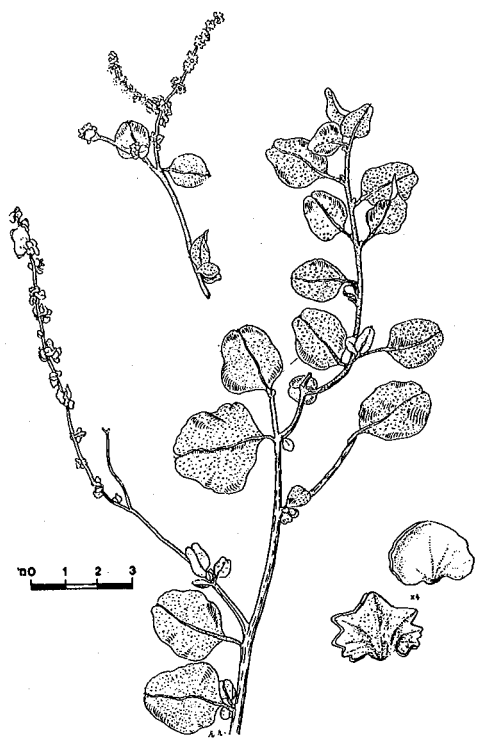
את ההשערה הפרועה השארנו לסוף. יתכן שהמלוח הקיפח הגיע אל ערי הנמל שבחוף באמצעות שירות הסוחרים שהביאו סחורה מהמזרח אל הנמלים. בדרכם הארוכה חצו השירות את האזורים בהם גדל המלוח. יש להניח שהגמלים ושאר בהמות המשא נהגו לאכול את המלוח, ויתכן שזרעי הצמח הופרשו בערי-הנמל ונקלטו שם (צריך כמובן לברר את עמידות זרעי המלוח לשהות בקיבות של בעלי-חיים). יתכן גם שהצמח נקטף כצידה למסע, וזרעיו פוזרו בדרך אך הצליחו להתבסס רק באיזור של ערי הנמל בגלל התנאים האקולוגיים השוררים שם. המצאותו של הצמח בערי נמל ולא בתלים עתיקים סתם כמו קרוקודילופוליס ומצד חשביה, רק מחזקת מחשבה זו. תהיינה הסיבות אשר תהיינה, חובבי-הטבע מוזמנים בזה לציין עוד נתונים הידועים להם (ביחוד מהחוף הלבנוני), שמאמתים או מפריכים את העובדות שצויינו ואת ההשערות שהועלו כאן.

ספרות

1. זהרי, מ. (1976) מגדיר חדש לצמחי ארץ-ישראל. עם עובד.
2. פליקס, י. (1968). עולם הצומח המקראי. מסדה.
3. תנ"ך. איוב ל', ד'.
4. Zohary, M. 1966. Flora Palaestina. The Israel academy of Sciences and humanities.
5. Jones, R. editor (1970). The Biology of Atriplex. Canberra, Csiro.

הבעת תודה

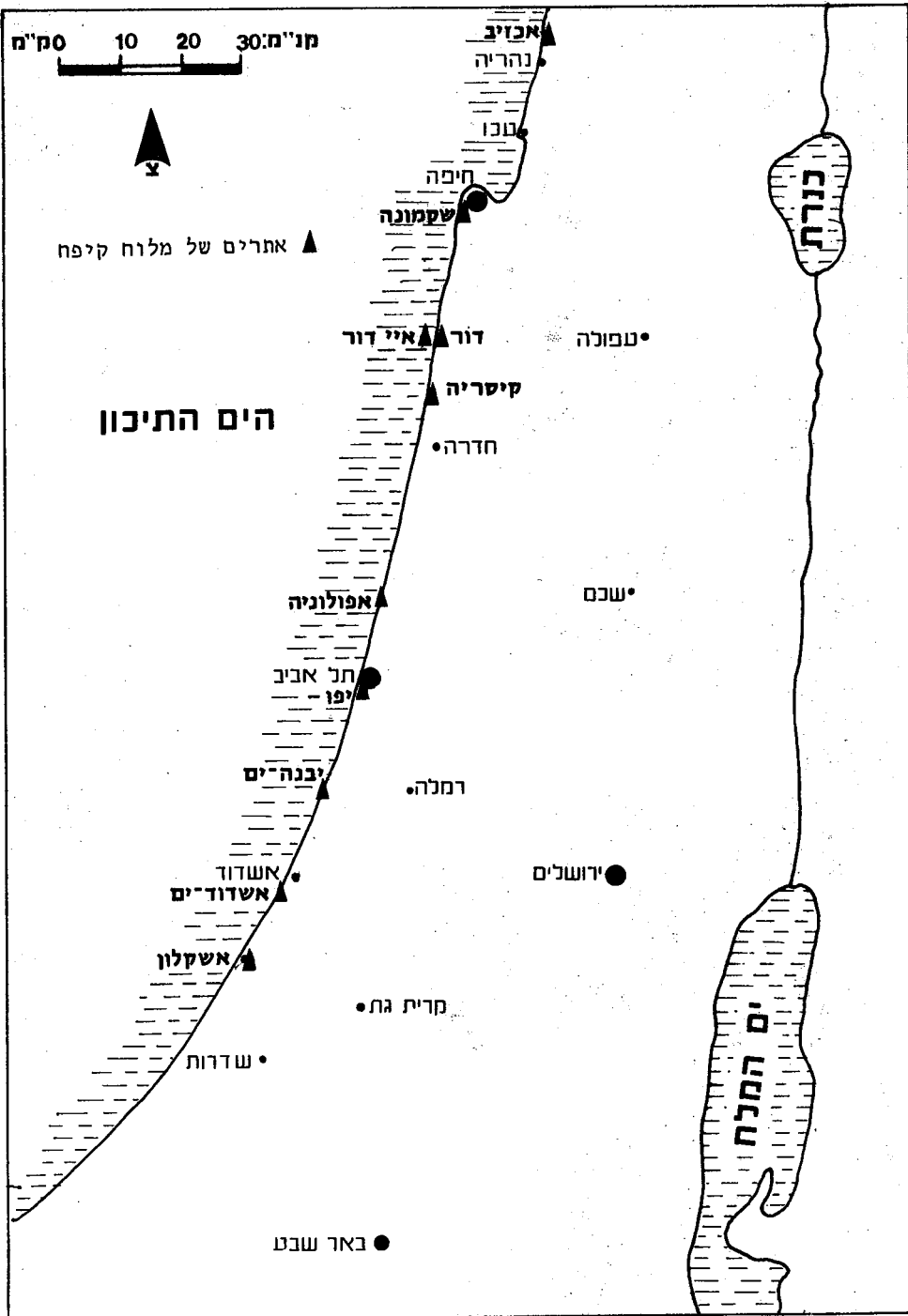
הנני מודה לד"ר אבי שמידע שקרא את המאמר והעיר הערות על תוכנו.



מלוח קפח



צילום: רפלי אילנלי שיח של מלוח קפח בתל יבנה-ים.



אתרי תפוצה של מלוח קיפח לאורך קו החוף

על הסוג גריזית (Phyllitis Hill) בארץ

עתי יפה

מבין שרכי הבר של הארץ גריזית היא סוג נדיר ומעניין במיוחד. בשנתיים האחרונות הצטבר ידע רב יחסית על סוג זה, וחלק ממנו מובא להלן ברשימה זו.

תאור הסוג:

שרך רב-שנתי בעל ריזום מכוסה קשקשים, פטוטרט שעירה, טרף תמים או מפורץ או מאונה במקצת. העורקים המשניים ממוזלגים, צבלי המנבגים מוארכים, מסודרים בזוגות על זוגות עורקים משניים וערוכים בשורות אלכסוניות מקבילות. הציפיות של כל זוג צבלי מנבגים נפתחות אחת לעומת השניה. טרף העלה הכוגר באורך מ-5 ס"מ ועד 0.5 מ' (תלוי במין ובתנאים). לפי הפלורה קיימים שני מינים באיזורים הממוזגים הצפוניים (לפי Hoshizaki - 8 מינים). לאחרונה כללו מספר חוקרים את הסוג גריזית תחת הסוג אספלניום בגלל כני כלאים עם מינים מהסוג הזה.

תולדות מציאותו של הסוג בארץ:

עד שנות השבעים המאוחרות היה ידוע בארץ מין אחד - גריזית נאה *P. sagittata* שנאסף ב-1907 ע"י דינסמור בהר גריזים (ומאז ועד 1980 לא נמצא באתר זה) וכן בהוטות של הר מירון (לגבי הר מירון כנראה שהסיפור עבר מדור לדור ללא בדיקה כפי שיתברר להלן).

בשנות השבעים המאוחרות נמצא מין חדש לארץ - גריזית אירופית בדרום הר חברון בבורות מים הרוסים ע"י דוד עמית מכפר עציון וכנראה בו-זמנית או שנה לפניו ע"י

* עתי יפה הוא חבר קיבוץ נתיב הל"ה, כוגר האוניברסיטה העברית בירושלים ומורה בביה"ס האזורי "ברנר" בגבעת ברנר.

יאיר אור ממחניים). מין זה הוגדר ע"י א. דנין מהמחלקה לבוטניקה באוניברסיטת ירושלים.

בהשתלמות רת"ם (28.10.80) נמצאה סוף סוף הגריזית הנאה שוב בהר גריזים בבורות מים ובאותו בית-גידול גם בפסגת הר עיבל. מאוחר יותר (1981) בעקבות השתלמות רת"ם באיזור מצא זאב שפירא משבי שומרון גריזית אירופית כבור מים יבש ליד הכפר עוורתא (ליד כביש שכם - עקרבה) ובאוגוסט 1982 נמצאה הגריזית האירופית כבור מים יבש בחיפה, ליד מערת אליהו ע"י אנשי ב"ס שדה כרמל ומעגן מיכאל. עד כאן האינפורמציה שהתפרסמה בטבע וארץ (במדור צמחי החודש) ו/או בעל פה (ראה מפת התפוצה של הגריזית בארץ-ישראל).

הדו"ח שלהלן מבוסס על בדיקת הגריזיות ב-11 אתרים מחמישה מקומות:

1. מערה עם מעין קטן ליד חר' כרמל כדרום הר חברון (זהו כנראה המקום שבו יאיר אור מצא את הגריזית).
2. ארבעה בורות מים ליד בני-נעים בהר חברון.
3. שלושה בורות מים בהר גריזים (להלן בורות 1, 2, 3).
4. בור מים בחיפה.
5. שתי הוטות בהר מירון (להלן הוטה 1 הגדולה והוטה 2). (ראה מפה בעמ' 55)

באתרים 1 ו-2 ביקרתי באוגוסט '78 ויש בידי כמה עשרות צמחים מכל אתר אשר גודלו מנבגים. ביתר האתרים ביקרתי בקיץ האחרון והנני מקווה לקבל צמחים מהנבגים שנאספו ונזרעו, ואז אולי להגיע למסקנות נוספות.

תוצאות התצפיות:

בעמ' 50-52 מובאים ציורי עלים של גריזיות שנאספו במקומות שונים בארץ.

הגריזית בציר מס' 1 מתאימה ביותר לתאור של גריזית נאה מן המגדיר ומן הפלורה נמצאה בבורות 1, 2 בהר גריזים.

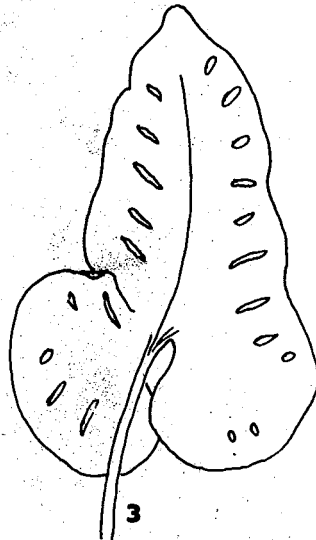
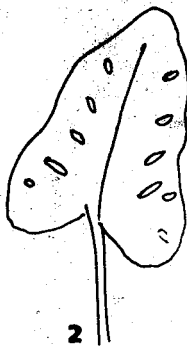
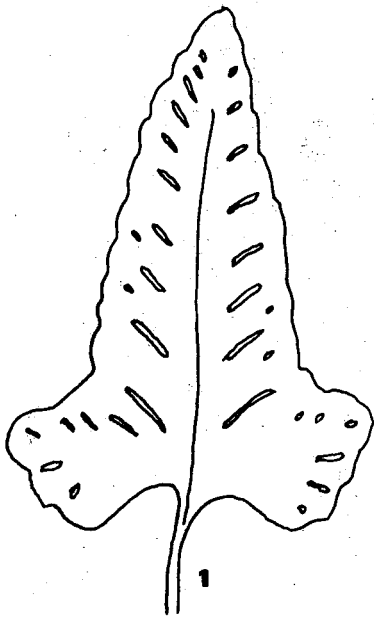
הגריזית בציר מס' 6 מתאימה לתאור של הגריזית האירופית שנכתב עליה ב"טבע וארץ" כג/1, פרטים דומים לה נמצאו גם בהוטה 1 (הגדולה) בהר מירון ובחיפה (פרט אחד קטן אבל עם עלים בוגרים ונבגים).

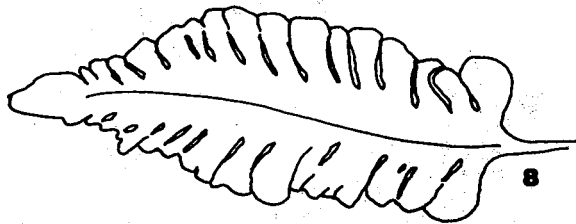
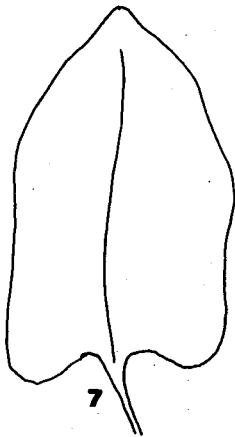
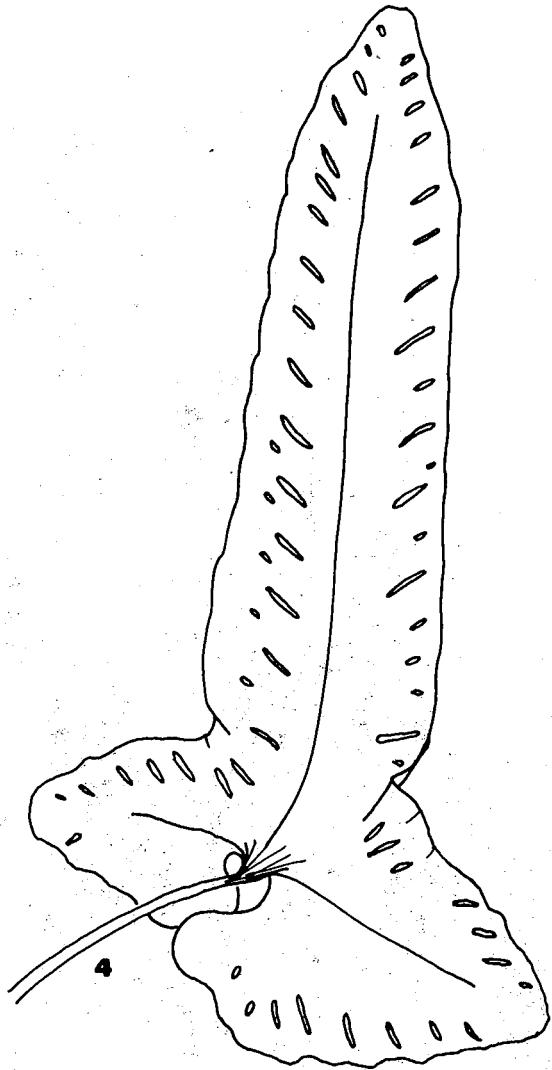
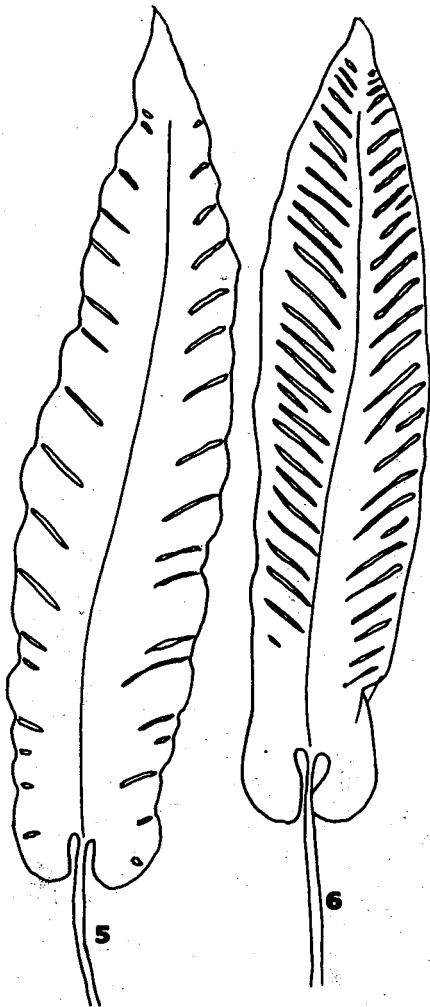
הגריזית בציר מס' 4 מהר גריזים מראה, לדעתי, תכונות של 1 + 6 (העלה ארוך והפטורת יוצאת מתוך מפרץ עמוק, אבל בסיס העלה רחב עם מנבגים). הגריזית בציר 8 - חר' כרמל - הר חברון, שונה מאוד מיתר הגריזיות - שפת העלה מפורצת עמוק, פני העלה מגוממים, העלים הבוגרים (בעלי מנבגים) קטנים בצורה מובהקת משאר צורות הגריזית.

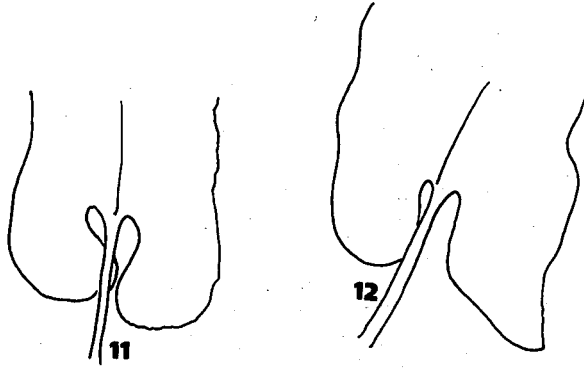
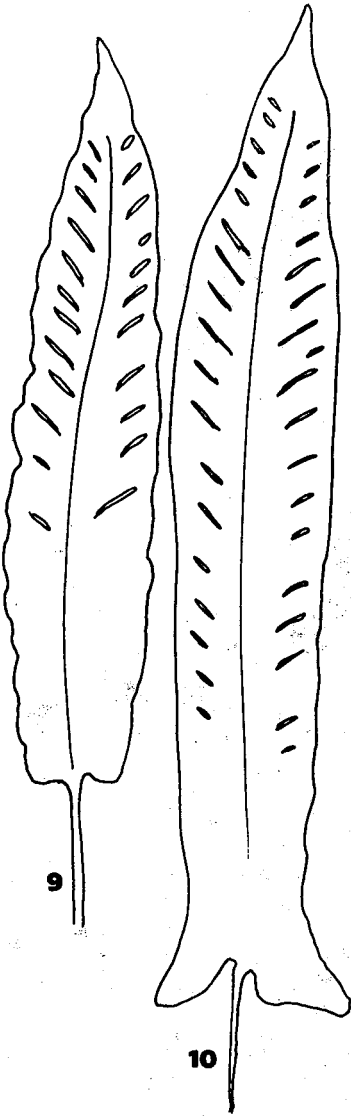
צורות עלים של גריזית

רב הציורים מבוססים על עלים מיובשים, שנלקחו מהאתרים. ציור 8 מבוסס על עלה אופייני מתוך אלו שגודלו מנבגים. הציורים 6, 9, 10, 13 מוקטנים פי 2 בכל הציורים נראה הצד התחתון של העלה.

- ציור 1 - עלה מפותח מתוך בור מס' 2, הר גריזים
- ציור 2 - עלה לא מפותח מתוך בור מס' 2, הר גריזים
- ציור 3 - עלה לא מפותח מתוך בור מס' 3, הר גריזים
- ציור 4 - עלה מפותח מתוך בור מס' 3, הר גריזים
- ציור 5 - עלה מפותח מתוך בור מס' 2, הר גריזים
- ציור 6 - עלה מפותח מתוך בור ליד בני-נעים
- ציור 7 - עלה צעיר מתוך בור ליד בני-נעים
- ציור 8 - עלה מפותח (?) מצמח שגדל מנבגים מחר' כרמל
- ציור 9 - עלה מפותח מהוטה מס' 2, הר מירון
- ציור 10 - עלה מפותח מתוך בור מים, חיפה
- ציור 11 - בסיס של עלה מפותח של אותו צמח כמו מציור 10! (בור מים, חיפה)
- ציור 12 - בסיס של עלה מפותח של אותו צמח כמו מציור 10! (בור מים, חיפה)
- ציור 13 - עלה מפותח מתוך בור ליד בני-נעים.







הגריזיות מהר גריזים (ציור 5) בעלת שפת עלה חרוקה בצורה בולטת וסדורה. תכונה זו מופיעה גם בגריזיות מהר מירון ומהר חרוון, אך לא בצורה בולטת ולא בכל העלים.

הגריזיות מהבור בחיפה בעלות עלים תמימים ולרוב - בסיס העלה כמו בציור 11, אולם בחלק מן הצמחים הופיע בסיס עלה דמוי חץ (ציור 10). מה שמעניין - שבאותם צמחים לא כל העלים כאלה ונמצאו גם עלים שצידם האחד דמוי אוזן והשני דמוי חץ (ציור 12). מתוך 150 גריזיות שגודלו מנבגים שהובאו מבני-נעים, שתיים בעלות בסיס דמוי חץ כנ"ל.

בסיור נוסף ליד בני-נעים נמצאו גריזיות שחלק מהעלים שלהם מפוצלים. הדוגמא היפה ביותר מתוארת בציור מס' 13 ומתאימה לזן תרבותי מסויים (קלימות גם צורות אחרות של עלים מפוצלים).

השוני בין הצורות מתבטא בעיקר בצורת בסיס העלה והחיבור עם הפטוטרת, בשפת העלה (קלימות צורות עם שפת עלה מאוד לא רגולרית), בהתפצלות העלה לאונות, בקיום או אי-קיום צברי מנבגים בעלים הצעירים או הבלתי מפותחים, בשטח פני העלה ובקיום צברי מנבגים גם בצד העליון של העלה. כדאי לציין מספר עובדות נוספות:

בהוטה 1 בהר מירון בחלק העליון המקבל הרבה אור (פונה לדרום) נמצאה גריזית אירופית בוגרת אך קטנה יחסית אחת בלבד. עמוק יותר (בערך 6-15 מ') נמצאו מספר רב של גריזיות אך כולן צעירות או בלתי מפותחות (ללא מנבגים). אולי מסיבה זו חשבו בעבר שנמצאת שם הגריזיות הנאה (העלים הצעירים דומים בדרך כלל במינים שונים).

בהוטה 2 שבהר מירון נמצאו מספר רב של גריזיות מפותחות וגדולות בעומק 2 עד 8 מ' בערך, עמוק יותר - גם כאן נמצאו רק פרטים צעירים או בלתי מפותחים (יתכן והאור החלש מאפשר נביטה והתפתחות מוגבלת בלבד) עלה אופייני מהוטה זו מצוייר בציור 9 וכדאי לשים לב לבסיס העלה שהוא דומה ביותר לתאור בטבע וארץ כג/1. רוב הגריזיות האירופיות שנמצאו במקומות האחרים, בעלות זוג "אזניים" והפטוטרת יוצאת מתוך מפרץ עמוק.

דיון ומסקנות

- א. הגריזית האירופית שהתגלתה בשנים האחרונות היא דוקא הנפוצה יותר בארץ מאשר הגריזית הנאה ותחום התפשטותה הוא לפחות הרי חברון, שומרון, כרמל וגליל עליון.
- ב. הגריזית הנאה מצויה כנראה (עד להודעה חדשה) רק באיזור שכם ולא בגליל העליון כפי שהיה ידוע ונכתב במגדיר ובפלורה (עובדה זו תתברר יותר לאחר שמספר ספורופיטים זעירים מההוטה הגדולה שבהר מירון יתפתחו בתנאים שיאפשרו התבגרותם וזיהויים).
- ג. לפחות בהר גריזים קיימת גריזית שהיא כנראה בן כלאיים של שני המינים ובאותו אתר קיימות שלוש הצורות זו ליד זו. א. שמידע משער שזוהי אוכלוסיה פוליפלואידית מיוחדת בעלת עלי "ענק" בעלי צורות שונות במיוחד בראשם.
- ד. הגריזית האירופית וריאבילית מאוד בצורות העלים בארץ (בגננות מוכרים זנים רבים של המין הזה).
- ה. הגריזית שנמצאה ליד חר' כרמל בהר חברון שונה באופן בולט משאר הצורות, ויתכן שלפנינו מין חדש בארץ (אם להסתמך על הפלורה המציינת שני מינים בלבד - אולי לפנינו מין חדש למדע?) או שזו בכל זאת צורה נוספת השייכת לאחד משני המינים הידועים. א. שמידע משער שניתן לתארה על פי הסטטמטיקה הקלסית בתור מין חדש למדע - מין אנדמי למקום יחיד - ח' כרמל. זאת כיוון שצורת עלים כזו לא נמצאה עדיין בשום מקום אחר בעולם.

*

לסיום, ברצוני להודות לדוד עמית, שערך לי את ההכרות הראשונה עם הגריזיות (בהר חברון), לאבי שמידע, שעזר לי להגיע לאתרים אחרים ועבר על כתב-היד, ולאנשי ביי"ס שדה כרמל והר מירון, שהנחו אותי לאתרים נוספים.

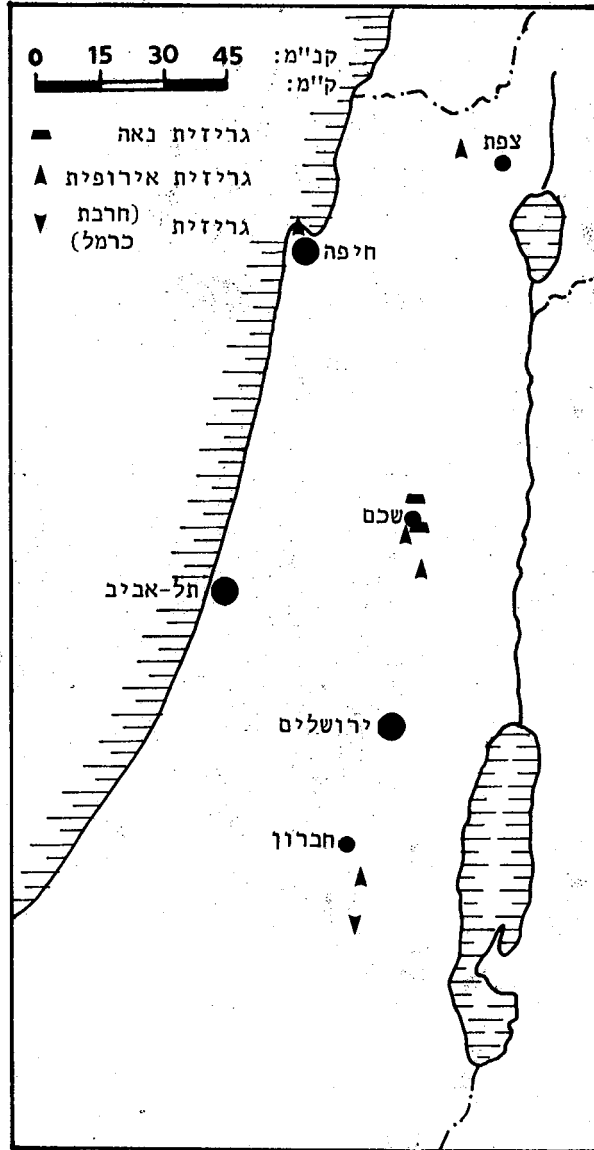
אשמח מאוד לקבל מידע נוסף על הגריזיות שיוכל להשלים את התמונה על שרך יפה ונדיר זה. כדאי לחפשו בכורות ובמקומות מוצלים ולחים, ואולי יתברר במשך הזמן שאינו נדיר כל כך.

רשימת הספרות

זהרי, מ. 1976. מגדיר חדש לצמחי ישראל. עם עובד.
 שמידע, א., דנין, א. 1980. צמחי החודש - מציאות בוטניות. טבע וארץ כג, 42.
 שמידע, א., דנין, א. 1981. צמחי החודש. טבע וארץ כג, 134.
 שמידע, א., דנין, א. 1981. צמחי החודש. טבע וארץ כג, 275.

Hoshizaki, B.J. 1975. Fern Growers Manual. Knopf.

Zohary, M. 1966. Flora Palaestina I, The Israel Academy of Sciences and Humanities.



תפוצת הסוג גריזית בישראל

אתרים בוטניים בארץ

אתרים במזרח הגליל התחתון

לפני השתלמות רת"ס* 1.11.82-31.10.82

ערכו: גר פולק ואבי שמידע

יער אלון התבור ליד בלי"ס שדה אלון תבור

שטחי הגבעות ממערב לבלי"ס שדה מכוסים ביער פתוח נאה למדי של אלון התבור. אלון התבור הוא כאן העץ השליט והוא מלווה באשחר א"י, עוזרר קוצני, אלה אטלנטית ושיזף השיח. בעמקים בין הגבעות, שבהם יש קרקע עמוקה, גדלים עצי שיזף מצוי. השיזף המצוי קשור מאוד לתרבות האדם, וכנראה שהתפשטו מותנית בתנאי עיבוד. לעומתו, אין תפוצת שיזף השיח כאן קשורה לתרבות האדם.

אשר לאלון התבור עצמו, הופעתו כעץ בעל גזע קשורה אולי בעמידות או בהסתגלות לשריפות קרקע, שהן תדירות מאוד באזור זה. מאידך, מעיר עזריה אלון, כי עצי אלון אלה היו לפני למעלה מ-30 שנה שיחים קטנים, והם קיבלו צורה של עץ לאחר שאנשי בית-קשת גזמו את העצים. יש לציין שיבול הבלוטים הבשלים השנה קטן יחסית, והסיבה לכך אינה ברורה. האלה האטלנטית היא המלווה החשוב ביותר של אלון התבור ביער זה. אך בעוד אלון התבור נמנה על יסוד ים-תיכוני יובשני, הרי האלה האטלנטית משתייכת ליסוד איראנו-טוראני מובהק. על זיקתם לתנאים יובשניים יותר מעידה גם תפוצתה בארץ, החודרת הרחק להר הנגב הגבוה. רויטל הלימן מוסיפה כי בגולן מבחינים כיום בהתחדשות רבה של אלה אטלנטית, במיוחד בצידי דרכים, בערוצים ובמצוקים.

* השתלמות רת"ס מתקיימת אחת לחודש. בהשתלמות משתתפים מדריכי החברה להגנת הטבע, פקחי רשות שמורות הטבע וחובבי בוטניקה השולחים תצפיות למרכז רת"ס.

המעוניינים להשתתף יפנו למרכז רת"ס בבלי"ס שדה הר גילה.

בעונה זו של השנה, פירות האלה מבשילים וקל להבחין בין פירות פוריים ובלתי-פוריים לפי הצבע - הפוריים שחורים ואילו הבלתי-פוריים אדומים או בהירים. בכמה כתמים בתוך יער האלונים אותרו פרטים פורחים של אחילוף קטן, שניכרו לעין במתחל הארגמני של תפוחתם. כל מיני האחילוף פורחים בסתיו, עוד לפני הגשמים ולפני הוצאת העלים. בכך נבדל הסוג אחילוף מן הסוג לוף (ראה רשימתו של יעקב כח ברת"ם מס' 6).

במשטחי הסלע ביער האלון בולטים מציץ סורי וזוטה לבנה הנמצאת בסתיו בשיא פריחתה. שלטונו של המציץ הסורי מציין תנאים של לחץ רעייה. צמח יליחודי המצוי בסלעים רק באיזור זה הוא עוקץ העקרב ארם-צובא. זהו מין עוקץ העקרב חד-שנתי קטן, זקוף ובעל שעירות זיפנית.

צומת גולני - ריכוזים של סתוונת ירושלים

במרחק של כמה מאות מטרים מזרחה מצומת גולני, סמוך לכביש צומת גולני - טבריה, ישנן קבוצות אחדות של סתוונת ירושלים, הפורחות עוד לפני הגשם. זהו המקום היחידי שהיא מצויה בגליל התחתון. עיקר תפוצתה של סתוונת ירושלים הוא באדמות כבדות ועמוקות בעמקים הרריים. לסתוונת ירושלים הפרח הגדול ביותר בארץ, אם נקח בחשבון את אורכו של צינור הכותרת. אורך הפרח מגיע ללמעלה מ-20 ס"מ. השחלה של סתוונת ירושלים, כבכל מיני הסתוונת, היא תת-קרקעית. תכונה זו נחשבת כהסתגלות לשלג.

מין סתוונת הדומה מאוד לסתוונת ירושלים הוא הסתוונת הבכירה הפורחת אף היא בעונה זו (סוף אוקטובר). למעשה אין אפשרות להבדיל בין השתיים לפי הפרח. סימן ההבדלה הטוב ביותר הוא מספר העלים (המופיעים רק לאחר הפריחה) וצורתם. לסתוונת ירושלים 5-8 עלים צרים וארוכים, ואילו לסתוונת הבכירה יש 3 עלים רחבים ואליפסיים. גם בית-בגידול של הסתוונת הבכירה שונה - היא מופיעה לרוב בצל, בחורש. עם זאת בהר מירון מוצאים את שני המינים גם יחד.

מצוקי הארבל

מצוקי הארבל מציגים בנאמנות צומח מצוקים טיפוסי. רבים כאן הם הצמחים הנדירים והמיוחדים, שאת מרביתם גילה אהרונסון, שסייר פה עוד בראשית המאה. לצמחית המצוקים יש ליחוד ברור מבחינת הרכב המינים, בריבוי הצמחים הרליקטיים ובמיעוט הצמחים החד-שנתיים (ראה על צמחי הסלעים ברת"ם מס' 2). נמצא ביניהם גם קבוצות יובשניות וגם צמחים הנהנים בסלע מתנאי לחות גבוהה יותר. עוד תופעה, שהיא כיוון ברור בצמחית הסלעים והמצוקים, היא הפריחה הקילצית-סתונית.

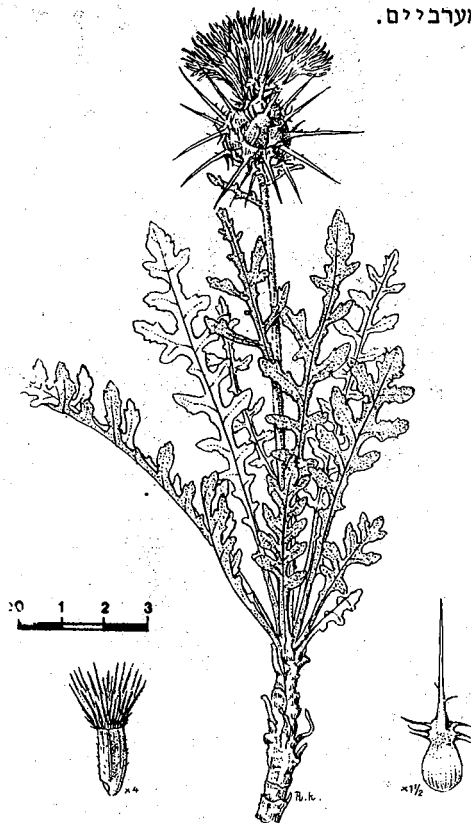
מבין הצמחים במצוקי הארבל שפורחים בסתיו נציין את הכתלה החריפה והצפורן המשולשל.

כמה מינים אופייניים מאוד למצוקי הארבל:

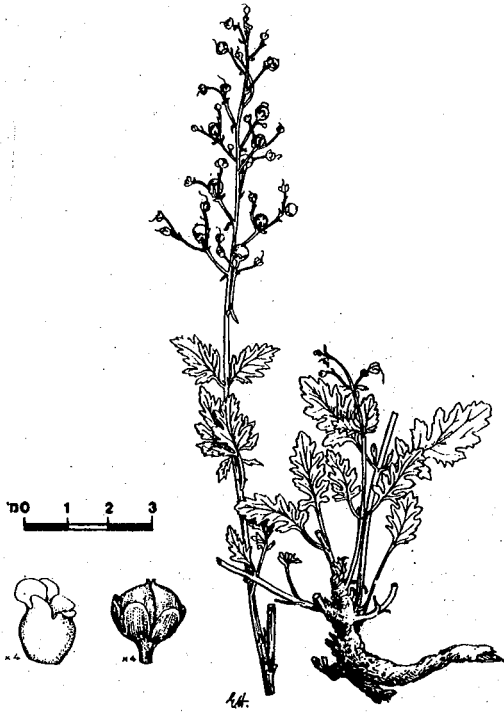
דרדר נאה - מין דרדר עם קרקפות ורודות גדולות, השולט במצוקי הגליל המזרחי (למשל בנחל עמוד). הוא מאכלס בית-גידול דומה לזה של דרדר החרחבינה האופייני לאזורי הספר. מעניין עם זאת לציין שבלבנון, במצוקי הליטאני וליד ג'זין, שוב מוצאים את דרדר החרחבינה ולא את הדרדר הנאה. לוענית הסלעים (ל. פינאר, לפי הפלורה) מופיעה כאן בעונה זו בשונות עלים מלבכות.

זהו המקום היחידי בכל החבל הים-תיכוני בו ידועה לוענית הסלעים. פרט לכאן ידוע מין זה רק מהר הנגב. על פי הפלורה נבדלת לוענית הסלעים מלוענית פינאר בכך שעליה וגבעוליה קרחים, בעוד שללוענית פינאר יש שערות בלוטיות. שני המינים הללו שייכים לקבוצת לוענית הלבנון - קבוצה בסוג לוענית שאופיינית למצוקים הרריים ואלפייניים ממצוקי ספרד דרך האלפים ועד ההימלאיה.

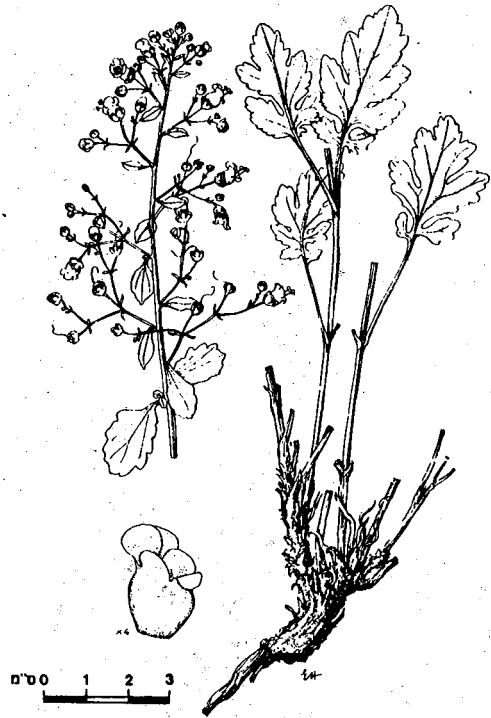
לוענית הסלעים שכיחה למדי במצוקי הארבל ויש קטעים שבהם היא ממש שולטת. אלה הם לרוב מצוקים במפנים צפון-מערביים.



דרדר נאה



לוענית הסלעים



לוענית פינר

חטמית קרחת - מין של חטמית שנמצא בגליל התחתון רק במצוקי הארבל, כאשר עיקר תפוצתה בגליל העליון. תואר בזמנו ע"י אהרונסון כמין חדש למדע - חוטמית אוקטביה. שושנתית משורטט - מין זה מהטבוריתיים בעל שושנות עלים בשרניים נפוץ בכל מצוקי-הגליל. ככל שמצפינים גדלים הצמחים בממדיהם והם עוברים בהדרגה לצורה הטיפוסית של שושנתית הלבנון. במצוקי הדרום אין השושנתית מופיעה, פרט למצוק ראס נקב חמר. כמו כן היא מופיעה מעט בסיני בג'בל מע'רה ובסרבל.

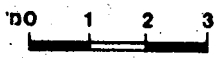
מיני סלעים נוספים המצויים במצוקי הארבל הם מציץ סורי, צפורן משולשל, כתלה חרלפה, כלך מרוקני, בלוטת הסלעים, דנדנה רפואית, ושכרון זהוב. מעניין לציין שבנקיקי הסלע יש התחלת פריחה של סתווניות ורקפות ללא עלים, עוד בטרם ירדו גשמים משמעותיים. ייתכן שגשמים קלים שירדו במשך אוקטובר גרמו לזרימות מקומיות קטנות של מי-נגר, ואלה הרטיבו את הקרקע בנקיקי הסלעים או לרגליהם ועוררו את פריחת הסתווניות והרקפות. למרגלות המצוק נמצאת צפורנית מצויירת ושלדים של ניסנית סורית. מופיעים גם כתמים של בוצין לקוי ששושנות עליו לכידות יותר מאלה של הבוצין המפורץ, עמודי התפרחות נמוכים יותר, ובפרח 4 אבקנים במקום חמישה.

נחל צלמון

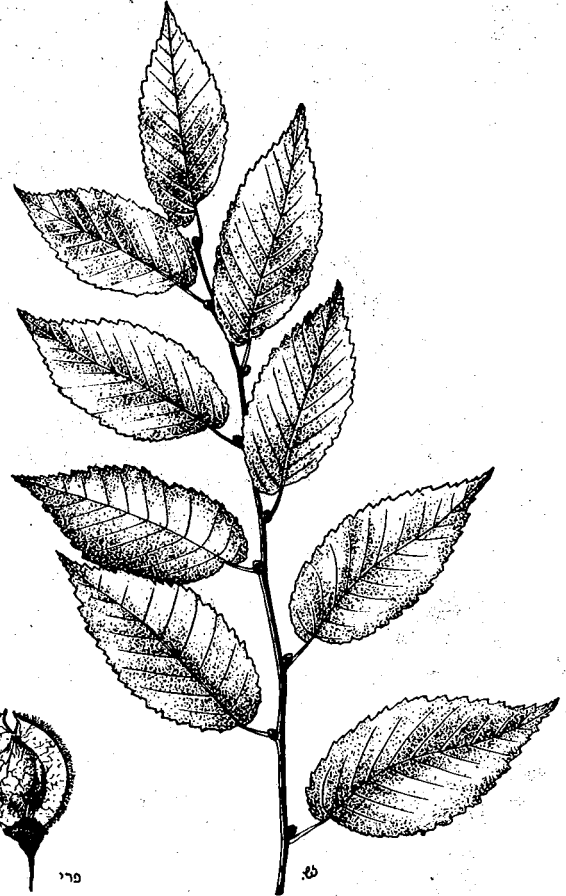
נחל צלמון, בקטע שמדרום לעין צלמון במרגלות המזרחיים של הר כמון, מושך מים במשך כל השנה. תודות לכך מתפתח בגדותיו צומח גדות נאה, אם כי הוא פגוע במידה מסוימת מרעיה. כאן גדלים ערבה מחודדת, ערבובה שעירה, נענה משובלת, בירוניקת המים, פטל קדוש, כרפס הביצות, פרעושת משלשלת, סמר חד, קנה מצוי, גומא ארוך, ורבנה רפואית, טיגון דביק ומליסה רפואית. ניטעו כאן גם עצים של צפצפה מכסיפה. אולם, התופעה המעניינת בקטע זה של הנחל היא מציאותם של עצי האולמוס השעיר. זהו עץ של היער הממוזג הנשיר, וכאן בארץ הוא מצוי בשוליים הדרומיים של תחום תפוצתו. בארץ הוא גדל בכמה ריכוזים בשולי רמת מנשה והרי אמיר (אום אל פחם), בנחל רחום ע"י שמיר, בנחל עינן ובנחל צלמון. ישנם גם דיווחים על אוכלוסיות בגלבוץ עם פרטים קטנים, המתרבים שם כנראה בדרך וגטטיבית. (נמצא ע"י אורי אליאב)

האולמוס השעיר נבדל ממיש דרומי בכך שפירותיו הבשלים הם יבשים ומצויידיים בכנפיות, מעוד שפירות המיש הם עסיסיים, בעלי ציפה הנאכלת ע"י ציפורים. כמו כן שעירים עלי האולמוס בצידם התחתון, עורקי העלים המשניים מקבילים זה לזה והעלה מעט לא סימטרי. תופעת הפצת פירות בעזרת כנפיות נפוצה למדי ביערות הממוזגים (בארץ, למשל, גם המילה הסורית). בדרך כלל אין זו תפוצה ארוכת-טווח במישרין, משום שהאגוזיות המכונפות נופלות למרחק קצר יחסית מן העלים.

ישנה השערה המייחסת לכנפיות חשיבות בהפצה למרחק בעזרת מי-הנחלים - היות והפירות המכונפים צפים על פני המים. אולם יש לזכור שבנקרה כזה ההפצה יכולה להיות רק חד-כיוונית, בכיוון זרימת המים.



עוקץ העקרב ארם צובא



אולמוס שעיר



צמחי מלחה כמרכיב חשוב בהפקת הסודה

ניסים קריספיל

הסודה (Na_2CO_3) שייכת לחומרים השלימושיים העתיקים ביותר. בתנ"ך נזכרת הסודה תחת השם נתר פעמיים, פעם כחומר ניקוי וכביסה "כי אם תכבסי בנתר ותרכי לך בורית נכתם עונך לפני" (ירמיהו ב', כ"ב). ופעם אחרת על פעולתו הכימית של החומץ המבטלת את הנתר "מעדה - בגד ביום קרה חומר על נתר" (משלי כ"ה, כ'). הסודה שימשה בעבר כמרכיב חשוב בתעשיית הזכוכית והקרמיקה. הזכוכיות הראשונות נמצאו במצרים והן מתוארכות למאה ה-18 לפני הספירה. זכוכיות אלה הכילו בתוכן נתרן, כלומר יצרו אותן בעזרת סודה, וסביר להניח שהסודה בעצמה היתה ידועה עוד לפני תאריך זה.

מכתביהם של אסטרונום ופליניוס מתברר שמצרים שימשה מקור עיקרי ליצור סודה והיא היתה מצויה בה בצורת מרבץ טבעי בשלושה מקומות: א. בואדי נתרון הנקרא על שם הנתר. ב. ליד נאוקראטיס שבדלתא. ג. בסביבות אל-כאב שבמצרים העליונה. הסודה המצרית היותה אובייקט מסחרי בעל ערך ניכר במשך מאות דורות, ובשנת 1189 קיבלה מצרים 15,500 דינרים לשנה עבור החכרת אוצרות הסודה שבה.

התוספתא מדברת על שני מיני נתר "נתר אלכסנדרוני" (נידה, ח', י') שהובאה בודאות ממצרים ונתר אנפנטרין (כנראה אנטיפתירינית) (נידה י"ז, ע"א). הסודה שימשה למטרות ניקוי וכביסה ובמאה הראשונה לספירה נוסף צרכן חשוב והוא תעשיית הסבון. למטרה זו היו מוסיפים לסודה סיד כבוי ובתמיסה הצורבת של הנתר המאכל הנוצר היו מבשלים שומנים ושמנים עד הסתכנותם לסבון.

* ניסים קריספיל הוא איש הר גילה, חוקר פולקלור ושימושים של צמחי-הארץ.

בתחילת ימי-הביניים גילו שאפר המופק מצמחי מלחה מכיל בתוכו סודה. הערבים כובשי ספרד ניצלו את הממצא הזה והחלו מגדלים בסמוך לחופי הים צמחי מלחה, בעיקר את הצמח מלחית הבורית (Salsola Soda L.) שנקראה בזמנו הסודה האליקאנטית או הברילה. את מלחית הבורית היו זורעים סמוך לשפת הים ומשקים אותה במי-ים מלוחים. לאחר תקופת גידול של חמישה חודשים היו קוצרים את הצמחים, מליבשים אותם בשמש ושורפים אותם בתוך בורות מיוחדים שנחפרו למטרה זו.

ספרד הפכה להיות לצרכן המרכזי בעולם לסודה שהופקה מצמחים. הפקת הסודה מאפר צמחי מלחה פשטה גם לאורך חופי צרפת, והיא הופקה ממיני הצמח פרקן (Salicornia) ולמין המשובח ביותר של סודה זו קראו על פי השם הלטיני סליקור.

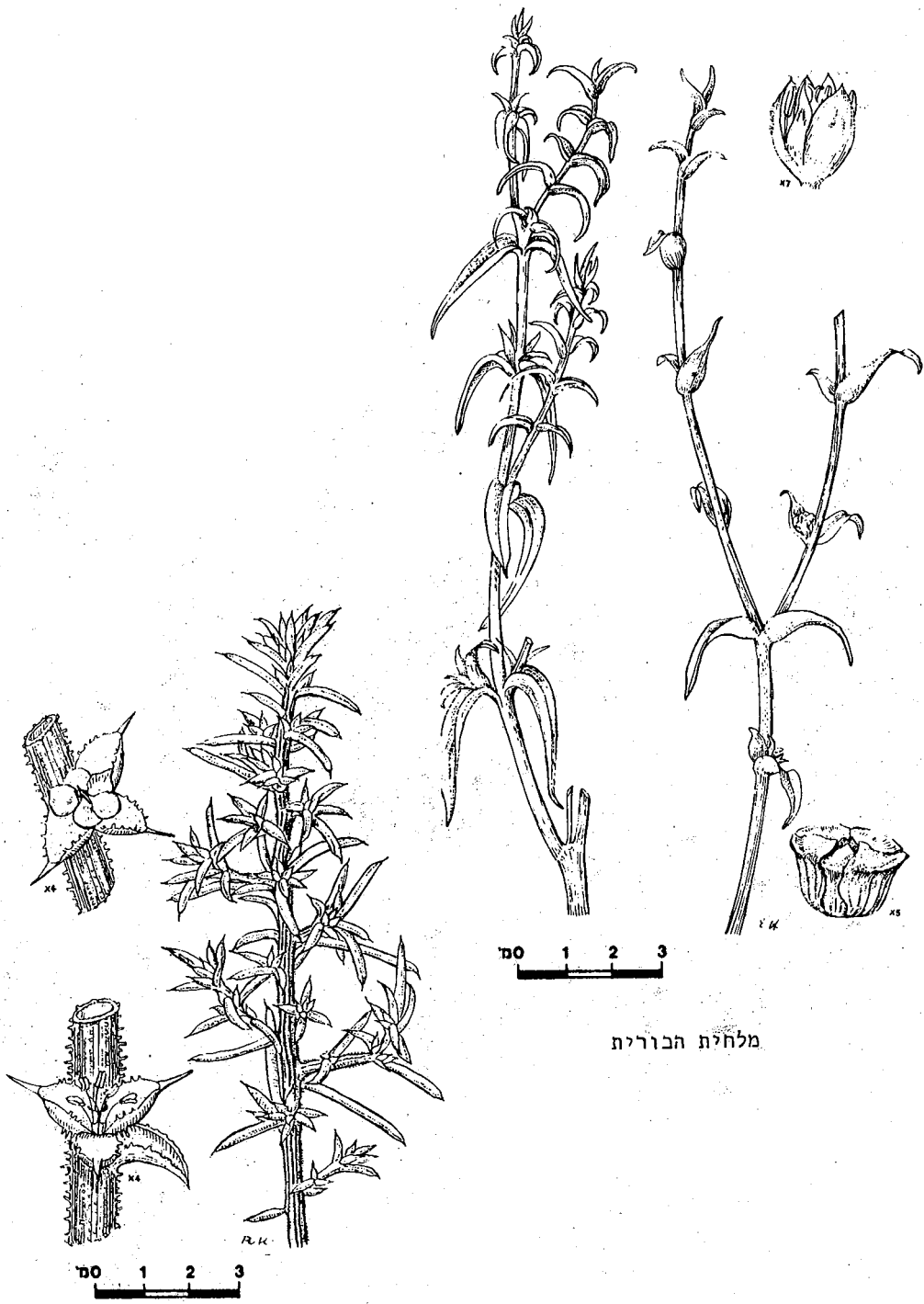
בתחילת המאה ה-18 החלו להפיק סודה מאפר צמחים גם בסקוטלנד. סודה זו נקראה בשם קאלפ. הסודה הצרפתית והסקוטית היו באיכות גרועה והתאימו רק לתעשיית הזכוכית. תעשיית הסבון הצרפתית היתה זקוקה לסודה הספרדית. בתחילת המאה ה-19 ייבאה צרפת כ-100,000 טון סודה משובחת מספרד ושילמה תמורתה 30 מליון פרנקים. תלות זו ביבוא הסודה מספרד היתה הרת-אסון לצרפת. במלחמות התכופות שהיו בין אנגליה לצרפת היתה נפסקת אספקת הסודה מספרד בדרך הים והיה צורך להביאה בדרכי היבשה בתנאי הובלה קשים. גורם שהעלה את מחירה וגרם לכך שצרפת נאלצה לשלם סכומים גדולים מאוד עבורה, בתקופה שבה קופת המדינה היתה תמיד ריקה.

איך פלא, איפוא, שהחלו לחפש בצרפת אחרי מוצא מהסבך ומהתלות בספרד. תחילה ניסו לגדל את מלחית הבורית על חופי הים-התיכון בצרפת. נסיון זה נגמר בכשלון. הגידול לא עלה יפה. לאחר הכשלונות הרבים ולאור הביקוש הגדל והולך לסודה, פנו הצרפתים לעזרת הכימיה שהפכה באותה עת למדע מודרני שמרכזו היה אז בצרפת. האקדמיה הצרפתית הבטיחה בשנת 1775 פרס גבוה בסך 12,000 ליברות זהב לזה שיראה דרך תעשייתית להפקת סודה ממלח בישול.

שנתיים לאחר הכרזת התחרות ע"י האקדמיה הצרפתית הציע הנזיר הבנדיקטי מאלהרב להפוך את מלח הבישול לגפרת הנתרן, את זו לקלות בפחם ובברזל, לתת לאויר להשפיע, למצות ולאייד את התמיסה וכך לקבל סודה. עוד רבים אחרים ניסו למצוא את הדרך להפקת סודה בהשתמש במלח בישול כחומר מוצא.

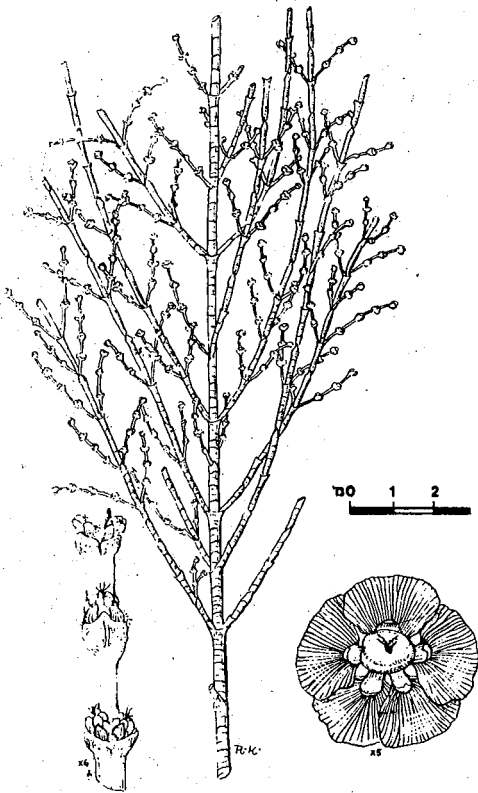
ב-1742 הוסיף ניקולה לבלן הצרפתי למלח הבשול חומצה גופריתנית וע"י קליה בפחם הוא מחזר את האחרון לנתרן גופריתי. אבל במקום לפעול על הנתרן הגופריתי בחומצות אורגניות פעל לבלן בפחמת הסידן וקיבל תערובת של סידן גופריתי בלתי מסיס וסודה מסיסה.

במשך השנים הוצעו שינויים ושכלולים ולא תספיק כאן היריעה להציג את כולן. ש. אביצור מציין שבישוב היהודי, בעיקר בערים, השתמשו בלוח של פח גלי מגולוון הנתון במסגרת עץ (גם אני זוכר זאת מכית אמא) על גבי לוח זה שיפשפו את הכביסה

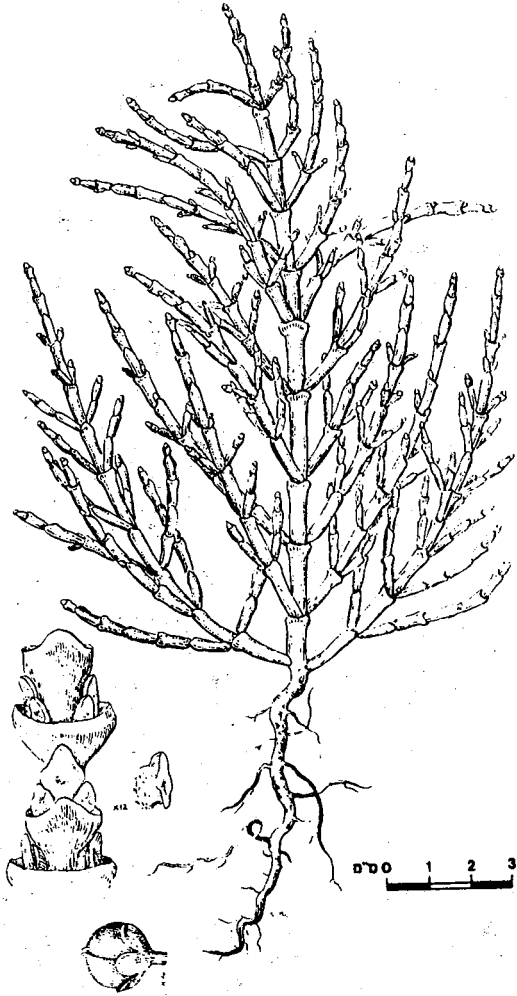


מלחית הכורית

מלחית אשלגנית



פרקק פרסלי



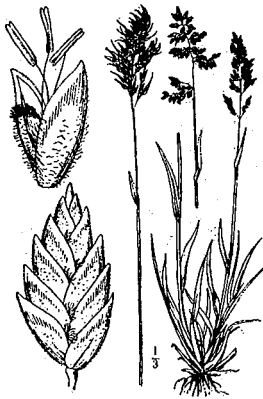
פרקק עשבוני

המסוכנת - כחומר ניקוי לפני הסבון שימש אפר של צמחים שונים המכילים אשלג.
בעיקר אפר של הצמח מלחית אשלגנית (Salsola Kali).
הבדווים בנגב משתמשים עד היום באפר של פרקרק פרסי (Haloxyton persicum Bge)
אותו מרתיחים במים ובמים משרים כביסה כדי להוציא ממנה כתמים.
שבטי הבדווים היושבים במחנה הפליטים נועימה ועוג'ה משתמשים באפר המלחית
האשלגנית הגדלה במלחות המלח ובבקעה כחומר עיקרי בו משרים כביסה מלוכלכת לפני
שטיפתה. וכך יעשו:
את המלחית מכניסים כחומר בעירה רטוב לטאבון ואת האפר מערבבים באפר צמחים
אחרים.
מביאים מים לידי רתיחה בקדרות נחושת גדולות. שופכים את האפר לתוך המים
הרותחים ולתוך התמיסה. מכניסים את הכביסה המלוכלכת.
עד היום משתמשים באפר המלחית האשלגנית לעיבוד עורות כבשים ועיזים ולריכוך
נאדות העור והמחבצות.

מ ק ו ר ת

1. אנציקלופדיה מקראית בערך נתר. הוצאת מוסד ביאליק תשל"ו.
2. אביצור, ש. אדם ועמלו, אטלס לתולדות כלי-עבודה ומחקני-ליצור בארץ-ישראל.
כרטא והחברה לחקירת ארץ-ישראל ועתיקותיה, תשל"ו.
3. זהרי, מ. מגדיר חדש לצמחי ארץ-ישראל, עם עובד תשל"ו.
4. שפירא, נ. לתולדות הסודה ודרכי הפקתה: קורות, רבעון לתולדות הרפואה ומדעי
הטבע כרך ב', חוב' ה'-ו' תשל"ט.
5. Bugge, Das Buch der grossen chemiker I, Ann. 9.
6. Fester, Die Entwicklung der Chemischen Technik, 1923.

תרדמת הקיץ של סיסנית הבולבוסין (*Poa bulbosa* L.)



סיסנית הבולבוסין

סיסנית הבולבוסין היא עשב רב-שנתי הנפוץ מאוד בחלקים הים-תיכוניים של הארץ. עונת גדילתה העיקרית היא החורף, ובמהלכו נוצרים הבדלים ע"י אגירת מזון והתעבות של חלקם התחתון של מספר נדני עלים בכל חליץ (Tiller).

הצמח נכנס לתרדמה בחודשי מארס - אפריל. אז נפסקת צמיחת העלים וכל החלקים העל-אדמתיים מתליבשים. עם גשמי הסתיו הראשונים מלבלב ניצן ההתחדשות שבמרכז הבצל.

סיסנית הבולבוסין פורחת בחודשי פברואר - מארס, אך יצירת הזרעים בצמח זה דלה יחסית. בתפרחות

* מבוסס על המאמר:

Ofir, M. and Kerem, D. 1982. The effects of temperature and photoperiod on the onset of summer dormancy in *Poa bulbosa* L. Ann. Bot. 50, 259-264.

המאמר מבוסס על עבודת הגמר של דגנית כרם במגמה הביולוגית של בית-הספר התיכון גדרה, שבוצעה במחלקה לבוטניקה חקלאית, בפקולטה לחקלאות, רחובות.

הסיסנית מתפתחים לעיתים ניצנים וגטטיביים במקום פרחים, ולפעמים כל התפרחת מכילה ניצנים וגטטיביים בלבד. תרדמת הקיץ של סיסנית הבולבוסין היא אמיתית ומלאה, וגם השקיה מלאכותית בתקופה זו אינה שוברת את התרדמה. את הגורמים הסביבתיים המשפיעים על כניסה לתרדמה של צמחי הסיסנית בדקו מ. אופיר וד. כרם. הם ערכו תצפיות באוכלוסיות טבעיות, ובמקביל ביצעו ניסויי גידול מבוקרים בפניטורון במערכות תנאים של יום ארוך (16 שעות אור) ויום קצר (8 שעות אור) בשילוב עם משטרי טמפרטורות שונים. בשדה נצפו שתי אוכלוסיות - האחת במישור החוף (טירת שלום, רום 50 מ', טמפ' ממוצעת בחודשי דצמבר - מארס 14.6 C) והשניה בהרי יהודה (מבשרת ירושלים, רום 740 מ', טמפ' ממוצעת בחודשי דצמבר-מארס - 11.0 C). האוכלוסיה של מישור החוף, הממוקמת באלזור חם יותר, היתה בחודש אפריל כבר בתרדמה, ואילו באוכלוסיה ההררית, העלים והתפרחות היו אז עדיין ירוקים. חודש מאוחר יותר התייבשו גם האוכלוסיות ההרריות. כל זאת בתנאים של פוטופריודה דומה.

בתנאי גידול מבוקרים נמצא שצמחים הנתונים ביום ארוך נכנסו לתרדמה ללא תלות במשטר הטמפרטורה. עם זאת, טמפרטורות נמוכות בתנאי יום ארוך הביאו לדחיית הכניסה לתרדמה.

צמחים ששהו בתנאי יום קצר המשיכו בגדילה אקטיבית ללא הפסקה ולא נכנסו לתרדמה, אבל כאשר צמחי היום הקצר שהו לפחות ב-20 הימים הראשונים לניסוי בתנאי יום ארוך - ניתן היה לקבל אף בהם תרדמה.

מן הניסוי והתצפיות נובע שאורך היום הוא הגורם העיקרי המשרה תרדמת קיץ (בהתאמה למשטר האקלים הים-תיכוני), ואילו הטמפרטורה משפיעה באופן כמותי על מועד הכניסה לתרדמה; טמפרטורה נמוכה דוחה את התייבשות העלים והכניסה לתרדמה באזורים ההרריים, ומאפשרת לסיסנית תקופת צמיחה ממושכת יותר. מאידך, במישור החוף, בו האקלים חם יותר, יש לתרון בכניסה מוקדמת לתרדמה משום שהקרקע הקלה (כורכר) המאפיינת כאן את בית-הגידול של הסיסנית נוטה להתייבש במהירות גדולה.